430.51
5591 / v.43
#18627

ISSN 0376-477X

中華農業研究

第四十三卷　第一期

目　次

水稻不同環境乾物質生產性狀之品種間差異 ……蔡金川……1
玉米莖葉性狀與青割產量之全互交分析 ……何千里　謝光照　盧煌勝… 17
採收期對不同甜菊品系性狀、產量及甜味成分之影響 ……徐原田　劉新裕　呂秀英　吳懷國　蘇清景… 29
臺灣白及之組織培養 I．種子成熟度及前處理對種子萌芽與小苗發育之影響 ……林郁進　陳忠川　葉豐次　邱年永　蔡新聲… 40
培養基組成份對康乃馨試管苗玻璃質化的影響 ……古新梅　蔡新聲… 51
檬果藥劑摧花與腋花穗誘引（英文） ……許仁宏… 63
檬果青加工技術之研究 ……黃本田… 69
臺灣地區平地日射量之估算分析 ……陳琦玲　林正鍀　劉滄棽… 77
農產品平衡相對濕度影響因子研究（英文） ……陳加忠　曹之祖… 93
臺灣薊馬之種類(1)（簡報） ……王清玲…113

中華民國八十三年三月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

水稻不同環境乾物質生產性狀之品種間差異[1]

蔡　金　川[2]

摘要：本試驗以稉秈稻各十五個品種為材料，分別於臺北及臺中進行兩期作之田間試驗，並於孕穗期、抽穗期、乳熟期及糊熟期取樣，測定葉片氮素濃度、葉面積及總乾物重，並求葉面積指數（LAI）、葉面積持續期（LAD）、作物生長速率（CGR）及淨同化率（NAR）。目的在瞭解水稻品種於不同期作或地區間，對於乾物質生產性狀之表現狀況，及其品種間之差異，以明瞭二期作低產的要因，所得試驗資料，俾供育種及栽培之參考。

試驗期間之氣象條件，第一期作移植期之低氣溫、低日射量至收穫期之高氣溫、高日射量，第二期作恰好相反，即由初期之高氣溫、高日射量變成末期之低氣溫及低日射量，而臺中地區兩期作之日夜溫差大於臺北地區，並且除了一期作收穫期之外，臺中地區之日射量皆高於臺北地區。

由試驗結果得知，秈稉型品種第一期作之總乾物重、LAD 及 CGR 高於第二期作，又臺中大於臺北地區。這些乾物質生產性狀與產量呈現顯著性之正相關，並出現期作間或地區間之差異，及品種間差異大部份達 1 ％水準的顯著性差異。

不論期作或地區皆表現高產，臺農67號、臺南 5 號、臺東29號、臺中秈10號及嘉農秈11號等品種，這些高產品種具有較高的總乾物重、LAD、CGR，並且乾物質生產性狀（乾物重、LAD、CGR）之期作間、地區間亦出現正的品種相關係數，這表示對不同環境有穩定性之表現，因此以總乾物重、LAD 及 CGR 可當為育成高產品種選拔指標。

關鍵詞：乾物質生產、葉面積指數、葉面積持續期、作物生長速率、淨同化率。

以往之報告如林[(1)]、吳[(3)]、黃[(7)]及鄖[(9)]等認為第二期作的產量較第一期作約低15％～25％，而前報[(13)]所述臺中地區的產量較臺北地區為高。

為探討上述之期作間及地區間水稻產量差異之機制，與產量潛能有密切關係之乾物質生產性狀之期作間及地區間差異之變化，作為解釋其產量差異之要因。本試驗以秈稉型各15個品種為材料，第一、二期作分別種植於臺北、臺中地區，比較期作間、地區間之乾物質生產性狀之差異，並探討其性狀之品種間差異。所得試驗資料可供育種及栽培之參考。

材料與方法

本試驗以秈稉稻各15個品種為材料，其中稉稻有：臺中186號、高雄選 1 號、豐錦、臺北309號、臺農62號、臺農67號、嘉農242號、臺南 5 號、臺南 5 號、臺南 6 號、高雄139號、新竹56號、臺中65號、嘉南 8 號、高雄140號、臺東29號，秈稻有：包葉菊、矮腳南特、夾葉青 8 號、珍珠矮11號、南早32號、新竹矮腳尖、臺中再來 1 號、臺中秈2號、臺中秈10號、嘉農秈 8 號、嘉農秈11號、臺農秈

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1701號。
2. 本所農業工程系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

12號、高雄秈 7 號、臺中秈 3 號、嘉農秈 6 號。第一、二期作分別於臺北地區（國立臺灣大學附屬試驗農場）與臺中地區（臺中縣霧峰鄉本所試驗農場）栽培試驗。第一期作之插秧日期在臺北與臺中分別爲1981年 3 月10日及 2 月14日，第二期作分別爲1980年 8 月 4 日及 7 月28日。移植時之行株距爲25×25cm，採多本植，小區面積爲 8 m^2，重複三次，採用逢機完全區集設計。肥料（N：P_2O_5÷:K_2O）用量在第一期作爲134：58：54 kg／ha，第二期作爲122：45：51kg／ha；其他栽培管理依一般慣行法行之。

水稻生育期間於孕穗、抽穗、乳熟及糊熟四時期分別自田間採三小區十八叢之稻株，洗淨後立即採葉片，以自動測定儀測葉面積，前去根部後把樣品放在100°C下通風乾燥箱 1 ～ 2 小時後，再以80°C處理至完全乾燥，秤量全乾物重，用全乾物重與葉面積以下列公式求葉面積指數（LAI）、葉面積持續期（LAD）、作物生長速率（CGR）與淨同化率（NAR）。

LAI＝N X LA （N：單位面積之株數， LA： 1 株的葉面積）

$$LAD=\frac{LAI_2-LAI_1}{InLAI_2-InLAI_1}\cdot(t_2-t_1)^{(17)}$$

$$CGR=\frac{W_2-W_1^{(17)}}{t_2-t_1)} \qquad NAR=\frac{(W_2-W_1)(InA_2-InA_1)^{(17)}}{(t_2-t_1)(A_2-A_1)}$$

以上，N 爲單位面積之株數，LA 爲 1 株的葉面積，t_1 及 t_2 分別爲前後採樣時期，W_1 及 W_2 爲各時期所得之全乾物重，LA 爲 A_1，A_2。

結　果

試驗結果分兩部份說明，即不同環境（期作與地區）水稻生育之氣象因子（氣溫、日射量）變化，並敍述生育期間之孕穗、抽穗、乳熟及糊熟四個時期之乾物質生產性狀。分別說明如下：

一、水稻生育期氣象因子之變化

如圖 1 所示，稻作試驗進行期間由第一期作之移植低氣溫、低日射量至收穫期之高氣溫、高日射量，而第二期作移植期到收穫期之氣溫及日射量變化，與第一期作恰好相反，即由高氣溫、高日射量而低氣溫、低日射量。

第二期作移植後水稻營養生長期間，平均氣溫及平均最高氣溫多以臺中地區較高。抽穗後穀粒充實期的溫度（平均氣溫、平均最高氣溫）無論一、二期作，亦以臺中地區高於臺北地區，經由比較平均最高與最低氣溫的差距，顯示臺中地區有較大的溫差，可能有利於穀粒充實；第一期作挿秧後至抽穗期間之平均溫度而言，臺中地區之平均最低溫度略高於臺北地區，但平均溫度及平均最高氣溫則較高，亦即可能具有較大之日夜溫差。

期作與地區間的日射量比較資料亦列於圖 1，除七月份收穫期外，其他月份之平均日射量均明顯以臺中地區爲高，其差距尤以第一期作之營養生長期及第二期作之穀粒充實期爲大。就期作間之比較而言，水稻在生育前期所接受之日射量以第二期作爲高，但生育後期則以第一期作爲高，其最大差距可達100 cal・cm^{-2}・day^{-1} 以上，而兩期作之地區間差距亦如此。

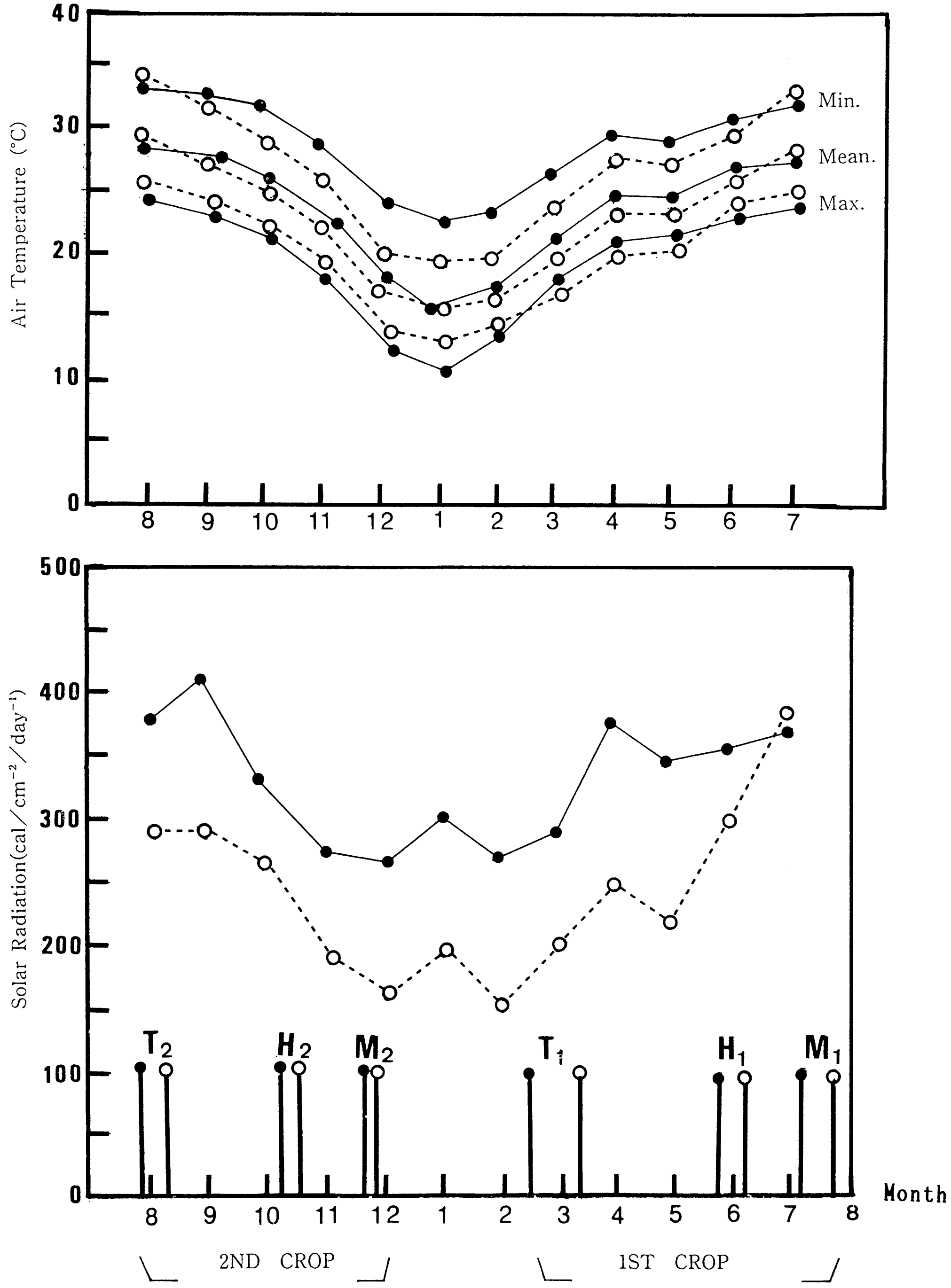


圖1. 臺北（○）及臺中（●）地區稻作試驗期間平均氣塭與日射量變化

Fig. 1. Changes of monthly means of air temperature and solar radiation during the experimental period
○ : Taipel area, ● : Taichung area, T1 and T2 : transplanting time in the 1st and 2nd crops, respectively.
H1 and H2 : heading time in the 1st and 2nd crops, re?pectively. M1 and M2 : maturing time of the 1st and 2nd crops, respectively.

二、乾物質生產性狀

乾物質生產性狀之變方分析列於表 1，由 F 值知，期作、地區、品種各變因之效應大部份達極顯著性水準，而絕大多數變因間之交感作用(期作 x 地區，期作 x 品種，地區 x 品種)亦極顯著。

表1. 臺北及臺中地區稉型與秈型水稻品種之乾物質生產性狀之變方分析

Table 1. Analysis of variance for characters related to dry matter prodution of Japonica and Indica rice cultivated in Taipei and Taichung areas

Soure of Variation	df	Total Dry Wt. at Maturity	Leaf Area Index at Heading	Leaf Area Duration[z]	Leaf N Conc. at Heading	Crop Growing Rate[y]	Net Assimilation Rate[y]
		Mean square					
Crop(C)	1	2,670.02**	90.24**	1,381.80**	19.55**	327.70**	1.13*
Location(L)	1	16,916.70**	0.03	170.98**	400.40**	81.54**	8.87**
L × C	1	14.00*	50.85**	254.32**	6.09**	8.32**	13.00**
Error	8	0.97	0.13	0.22	0.001	0.03	0.13
Variety (V)	29	32.35*	1.61**	22.54**	1.01**	14.50**	0.57**
Japonica	14	33.80**	0.85**	22.48**	0.49**	10.34**	0.38**
Indica	14	32.78**	2.30**	24.19**	1.05**	24.06**	0.47**
Japonica VS Indica	1	6.80**	2.29**	0.43*	7.79**	43.05**	4.52**
C × V	29	2.38**	0.67**	4.85**	0.20**	2.10**	0.18**
L × V	29	12.64**	0.16**	9.29**	0.51**	5.24**	0.24**
Error	261	0.54	0.05	0.15	0.001	0.04	0.04

* and ** are significant at 5 % and 1 % levels, respectively.
[z] from heading to milky stage.
[y] from booting to dough stage.

(一)孕穗期至糊熟期之總乾物重、LAI、LAD 及葉片氮素濃度之變化

1. 期作間、地區間之差異

圖 2 及圖 3 顯示，總乾物重隨著生育時期之移動而增加，而其他性狀反而出現遞減之趨勢。期作間之比較，第一期作之總乾物重、葉面積指數及葉面積持續期（後兩者，臺北地區之乳熟期一糊熟期除外）皆高於第二期作。而葉片氮素濃度與這呈現相反的趨勢。至於地區之比較，臺中地區之總乾物重皆比臺北地區大，葉片氮素濃度與此出現相反的結果。葉面積指數及葉面積持續期，第一期作則臺中地區較臺北地區高，而第二期作正好相反，即臺北地區較高。

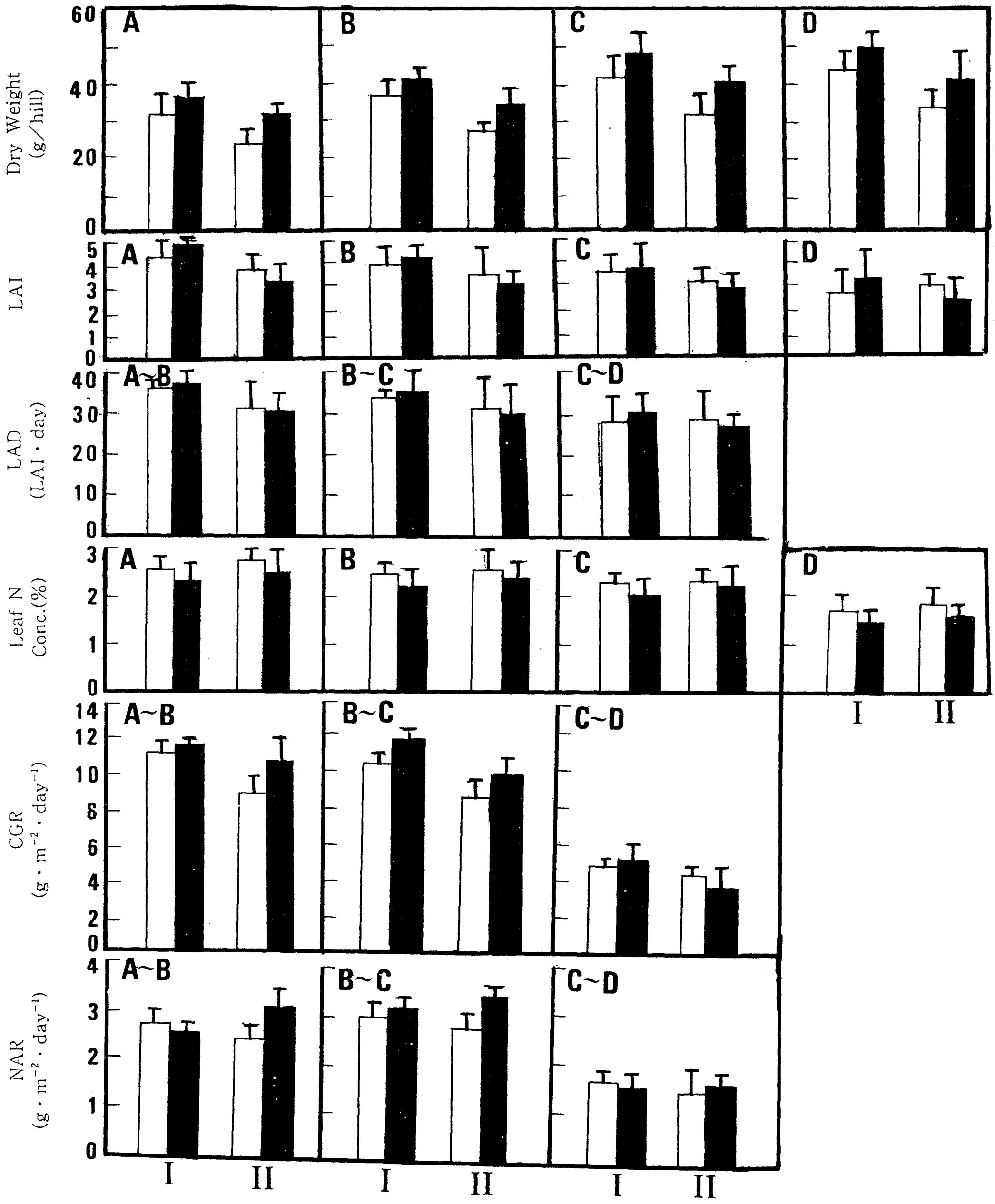


圖2. 稉型水稻品種各生育時期（孕穗期～糊熟期）之總乾物重，葉面積指數，葉面積持續 期、葉片含氮濃度（%）、作物生長速率（CGR）及淨同化速度（NAR）之變化（15品種之平均值）

Fig. 2. Changes of total dry weight, leaf area index (LAI), leaf area duration (LAD), leaf N concentration (%), crop growth rate (CGR) and net assimilation rate (NAR) of Japonica rice cultivare stages of developmetn.
Results are means of 15 cultivars.
A : booting stage ; B : heading stage ; C : milk-ripe stage;
D : dough stage. I : 1st crop, II : 2nd crop, □ : Taipei ;
■ : Taichung

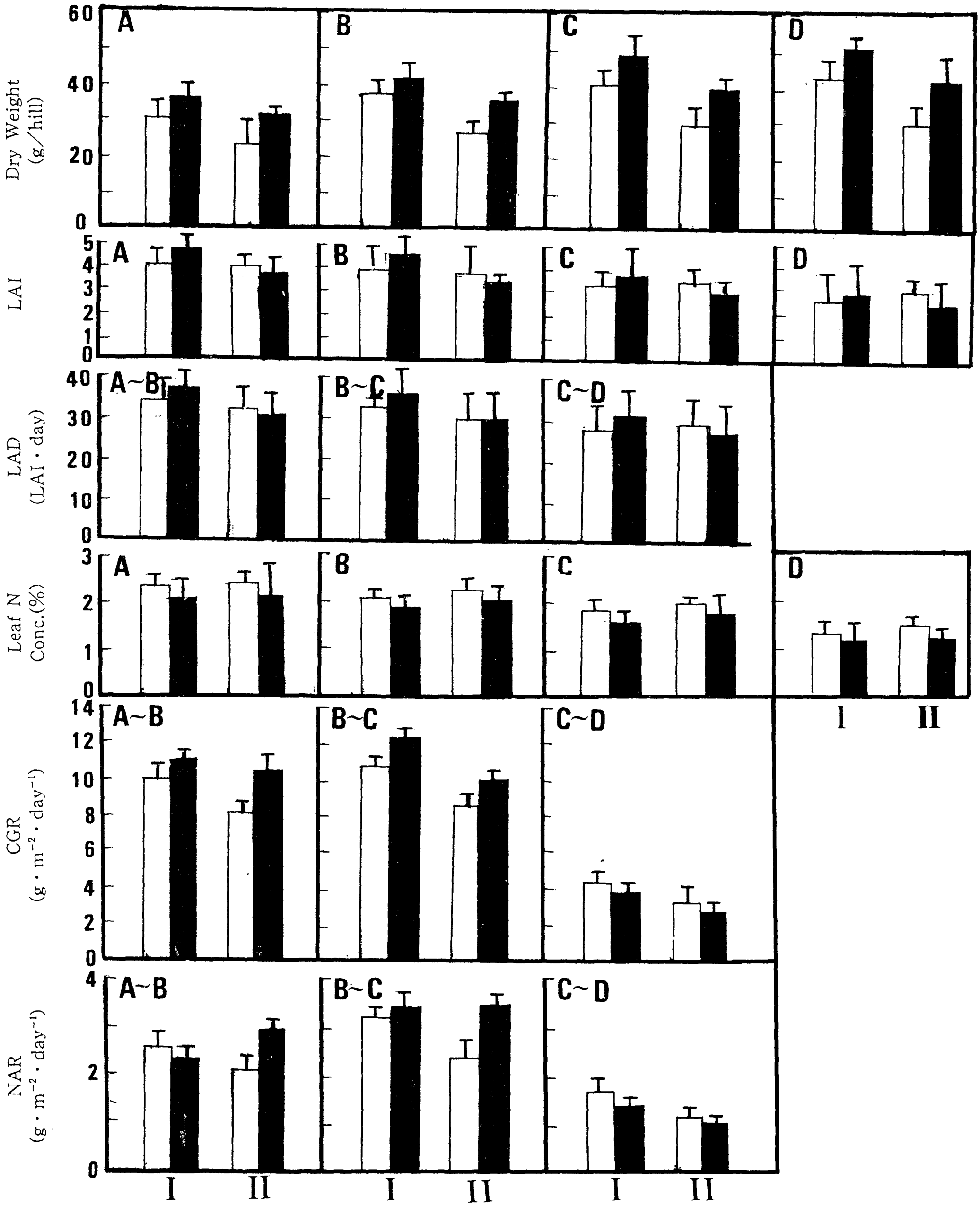


圖3. 秈水稻品種各生育時期（孕穗期～糊熟期）之總乾物重，葉面積指數，葉面積持續期、葉片含氮濃度（%）、作物生長速率（CGR）及淨同化速率（NAR）之變化（15品種之平均值）

Fig. 3. Changes of total dry weight, leaf area index (LAI), leaf area duration (LAD), leaf N concentration (%), crop growth rate (CGR) and net assimilation rate (NAR) of Indica rice culrivars stages of development. Results are means of 15 cultivars. Refer to Fig. 2 for description of symbols.

2. 品種間差異

表 2 及表 3 顯示，不論任何期作或地區皆表現高產之品種，大部份其LAI、LAD 及總乾物重亦較高之趨勢，特別是 LAD 與總乾物重之品種間大小順序與產量高低很一致，而低產品種嘉南 8 號及臺中秈 2 號之　LAI、LAD 與總乾物重亦低，由表 6 可看出與這些乾物質生產性狀與產量皆呈現正相關，其中總乾物重與LAD 間之相關係數皆較其 LAI 間之相關係數爲高。其他期作性之高產品品種，如第一期作之高雄秈 7 號，第二期作之豐錦、臺農秈12號，亦是總乾物重及葉面積持續期出現較高的趨勢。由以上結果可知這兩種乾物質產生性狀對於高產品種，具有莫大的重要性，可當爲選拔高產品種之指標。

高產品種如臺農67號、臺南 5 號、臺中秈10號、嘉農秈11號之乾物質生產性狀（總乾物重、LAI、LAD）在兩期作或兩地區表現大致相同，即一期作高值，二期作亦提高的傾向（表２，表３），而低產品種嘉農242號、嘉南 8 號、南旱32號、臺中秈 2 號之乾物質生產性狀兩期作皆出現較低的趨勢，其他品種亦大致如此。地區間（臺北、臺中）亦有同樣傾向，即某品種於臺北出現高或低的乾物質生產性狀，則臺中亦會有較高或較低值表現，由此可知，品種對於環境間乾物質生產性狀（總乾物重，LAI 及 LAD）之反應相當穩定。因此總乾物重、LAD 之環境間（期作或地區間）之品種相關係數，不論期作間或地區間皆呈現正相關（圖４）。

表 2. 臺北及臺中地區稉型水稻品種之乾物質生產性狀

Table 2. Characters related to dry matter production for 15 Japonica rice cultivars cultivated in Taipei and Taichung areas

Cultivar	Dry Wt. at Harvest (g/hill)				Leaf Area Index at Heading				Leaf Area Duration[y] (day)				Leaf N (%) at Heading			
	1st Crop		2nd Crop		1st Crop		2nd Crop		1st Crop		2nd Crop		1st Crop		2nd Crop	
	TP	TC	TP	TC	TP	TC	TP	TC	TP	TC	TP	TC	TP	TC	TP	TC
早熟品種																
1. 臺中186號	920b[z]	976hi	882bc	950fg	4.15d	3.97de	3.61cd	3.24e	33.3fg	33.7j	33.8b	31.6e	3.10d	2.71a	3.49c	2.50c
2. 高雄選 1 號	858d	962i	836fg	928g	4.10de	4.58ab	3.50efg	3.59a	30.2k	35.1gh	29.6g	30.7f	3.30a	1.94l	3.10h	2.15i
3. 豐錦	890c	1,024ef	866bcd	1,006cd	4.20cd	4.44abc	3.79b	3.62a	33.6ef	36.1ef	33.1c	32.7abc	3.20bc	2.57c	3.22fg	2.60a
中熟品種																
4. 臺北309號	932b	1,042de	862cde	988de	4.28bc	4.64a	3.68c	3.36bcd	35.2b	35.5fg	33.0c	29.2gh	2.78h	2.01jk	3.24fg	2.25g
5. 臺農62號	928b	1,110b	868bcd	1,006cd	4.04ef	4.53ab	3.58de	3.01g	34.5c	39.3a	32.3d	29.8g	2.73hi	2.06hi	3.59b	2.48c
6. 臺農67號	952a	1,142a	886ab	1,106a	4.37ab	4.59a	3.90a	3.37bcd	36.6a	38.9a	34.7a	33.4a	2.86g	2.02j	3.25f	2.15i
7. 嘉農242號	894c	966hi	842efg	934fg	3.78g	3.91e	3.34hi	3.21ef	32.9gh	34.1ij	30.4f	28.6h	2.71i	2.08h	3.12h	2.45d
8. 臺南 5 號	926b	1,102b	868bcd	1,028bc	3.95f	4.21bcd	3.46fg	3.41b	34.5cd	37.6b	31.1e	32.6bc	3.17c	2.27e	3.24fg	2.55b
9. 臺南 6 號	926b	1,022ef	858def	994de	3.84g	4.12cde	3.53def	3.33d	33.9de	36.4de	30.5f	32.1cde	3.23b	2.22f	3.26f	2.01j
10. 高雄139號	888c	1,006fg	838fg	986de	4.12de	4.63a	3.49fg	3.39bc	31.0j	36.3e	29.4g	32.4bcd	2.95ef	2.67b	3.72a	2.32f
晚熟品種																
11. 新竹56號	922b	1,004fg	856def	944fg	3.80g	4.10cde	3.22j	2.97g	34.5c	34.1ij	31.6e	27.8i	2.90fg	2.18g	3.58b	2.35e
12. 臺中65號	892c	1,044de	852defg	996cde	4.14de	4.29abcd	3.26ij	2.88h	33.1fg	34.5hi	31.4e	29.8g	2.98e	2.39d	3.41d	2.35e
13. 嘉南 8 號	888c	990gh	836fg	966ef	3.75g	4.06de	3.43g	3.17f	32.5h	34.0ij	29.3g	29.2gh	3.00e	1.98k	3.41d	2.22h
14. 高雄140號	886c	1,060cd	832g	986de	4.16d	4.04de	3.42gh	2.89h	31.8i	37.3bc	29.1g	31.8de	2.78h	2.26e	3.20g	1.98k
15. 臺東29號	934b	1,076c	906a	1,048b	4.42a	4.66a	3.45fg	3.35cd	36.5a	36.9cd	34.3ab	32.9ab	3.11d	2.04ij	3.36e	2.14i
Mean	909	1,035	859	991	4.07	4.32	3.51	3.25	33.6	36.0	31.6	31.0	2.99	2.23	3.35	2.30
SD	25.5	54.6	21.1	46.4	0.21	0.27	0.18	0.23	1.81	1.78	1.89	1.78	0.19	0.25	0.18	0.19
CV (%)	2.81	5.28	2.46	4.68	5.19	6.34	5.23	7.13	5.39	4.95	5.97	5.75	6.43	5.48	5.48	8.37

TP : Taipei ; TC : Taichung.

[z] Means with the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

[y] from booting to dough stages.

表 3. 臺北及臺中地區秈型水稻品種之乾物質生產性狀

Table 3. Characters related to dry matter production for 15 Indica rice cultivars in Taipei and Taichung areas

Cultivar	Dry Wt. at Harvest (g/hill)				Leaf Area Index at Heading				Leaf Area Duration[y] (day)				Leaf N (%) at Heading			
	1st Crop		2nd Crop		1st Crop		2nd Crop		1st Crop		2nd Crop		1st Crop		2nd Crop	
	TP	TC	TP	TC	TP	TC	TP	TC	TP	TC	TP	TC	TP	TC	TP	TC
早熟品種																
16. 包葉菊	866g[z]	972h	844def	940g	3.79fg	4.24bc	3.83fe	3.52c	29.2l	33.9i	29.2ef	30.1b	3.26c	1.76c	2.92j	2.19e
17. 矮腳南特	884efg	996fg	846cd	930fg	3.68hi	4.39abc	3.88de	3.27c	32.1g	35.9fg	32.1g	29.9b	2.94i	2.17cd	3.40c	2.62b
18. 夾葉青 8 號	876g	1,038de	840ef	980e	3.98e	4.80abc	3.86de	3.56bc	35.4a	37.0de	35.4a	31.5b	2.75k	2.20bc	3.56a	2.02f
19. 珍珠矮11號	880efg	1,008f	848ed	936fg	3.82f	4.58abc	3.92cd	3.33c	32.7hi	36.4ef	32.7hi	29.1b	3.38b	2.15d	3.28e	2.77a
20. 南特22號	868fg	972h	846de	942fg	3.71gh	4.64abc	3.80efg	3.48c	31.0k	34.7h	31.0k	30.4b	3.58a	2.61a	3.16i	2.46c
中熟品種																
21. 新竹矮腳尖	928abc	978gh	886abc	864h	3.65hi	4.28bc	3.74g	3.15c	34.6cd	35.5gh	34.6cd	28.0b	3.14fg	2.11e	3.51b	1.92h
22. 臺中再來1號	896de	1,060cd	850de	986de	4.23bc	4.90ab	4.12b	3.30c	33.0gh	37.6cd	33.0gh	31.0b	3.10fg	1.93g	3.35d	2.23d
23. 臺中秈 2 號	884ef	990gh	822f	922g	3.82f	4.16c	3.65h	3.18c	32.4ij	35.3gh	32.4ij	28.9b	2.87j	2.07f	3.35d	1.82j
24. 臺中秈10號	922bc	1,108ab	902a	1,086a	4.32b	4.56abc	3.98c	4.20ab	34.2de	39.6b	34.2de	33.8a	3.04h	1.72i	3.23g	1.38m
25. 嘉農秈 8 號	932abc	1,034e	878b	974e	3.74fgh	4.44abc	3.62h	3.37c	33.6f	36.7e	33.6f	30.8b	2.77k	1.95g	3.18hi	1.95gh
26. 嘉農秈11號	944a	1,118a	898ab	1,038b	4.10d	4.61abc	4.29a	4.25a	35.2ab	40.7a	35.2ab	32.4a	3.24cd	1.66j	3.21fgh	1.72l
27. 臺中秈12號	928abc	1,054edc	898a	1,010c	4.50a	4.71abc	3.81efg	3.28c	33.4fg	38.3c	33.4fg	32.6c	3.11fg	2.22b	3.21fgh	1.97g
28. 高雄秈 7 號	934ab	1,096b	878bc	1,010c	3.58i	5.02a	4.07b	3.30c	34.8c	40.5a	34.8c	32.2a	3.20e	1.45l	3.41c	1.77k
晚熟品種																
29. 臺中秈 3 號	916cd	1,070c	834ef	1,004cd	4.15ec	4.73abc	3.94cd	3.72abc	33.4fg	37.9c	33.4fg	31.9a	3.16ef	1.60k	3.20ghi	1.88i
30. 嘉農秈 6 號	924bc	980gh	890ab	946f	3.80fg	4.30bc	3.77fg	3.29c	33.8ef	35.1gh	33.8ef	29.3b	2.94i	1.48l	3.25ef	1.75kl
Mean	905	1,032	865	971	3.92	4.52	3.89	3.48	33.3	37.0	33.3	30.8	3.10	1.94	3.28	2.03
SD	27.0	51.0	26.3	54.3	0.27	0.25	0.18	0.34	1.65	2.09	1.65	1.62	0.22	0.32	0.16	0.37
CV (%)	2.98	4.94	3.04	5.59	7.00	5.55	4.57	9.70	4.94	5.64	4.94	5.25	7.26	16.70	4.79	18.10

TP : Taipei ; TC : Taichung.

[z] Means with the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

[y] from booting to dough stages.

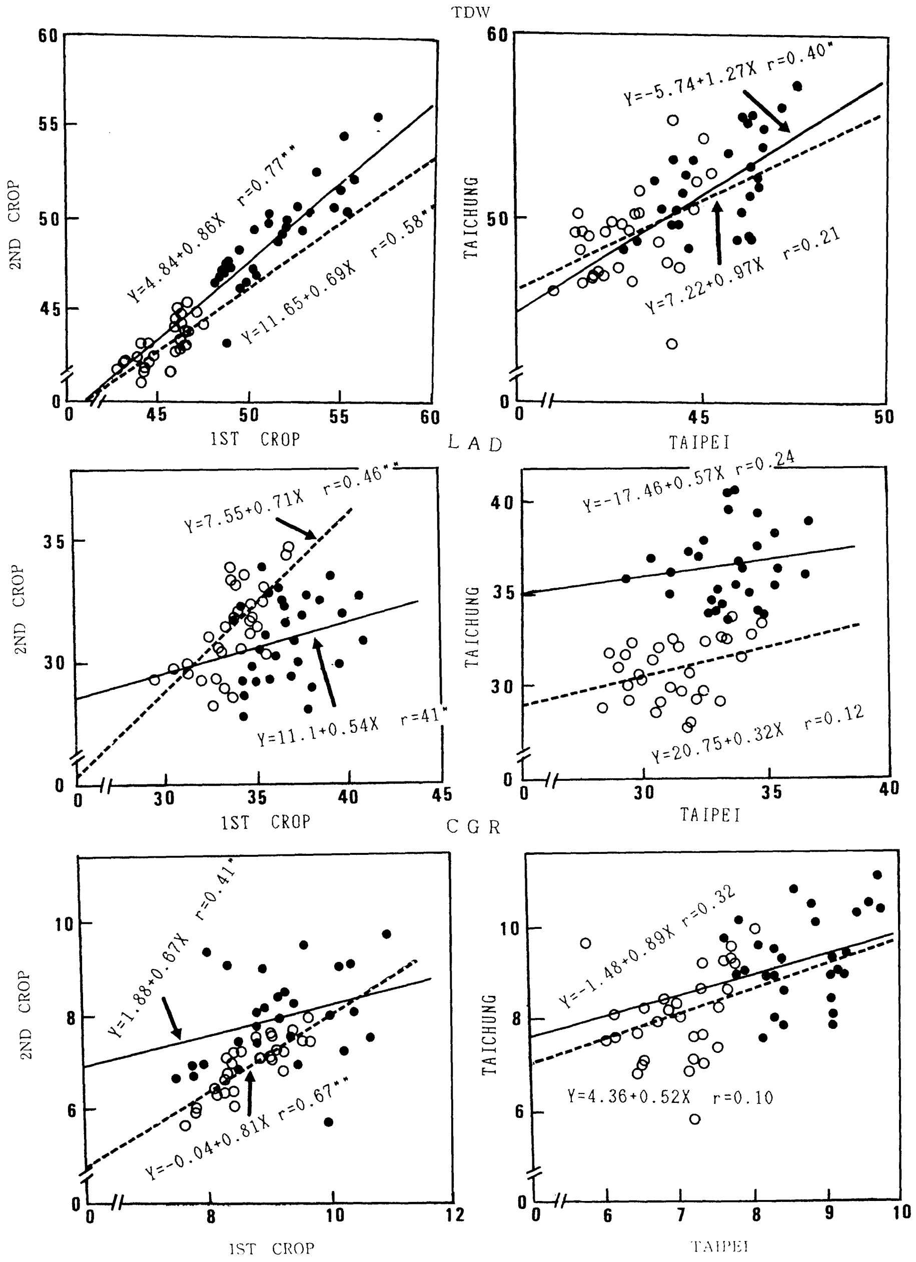


圖4. 水稻品種乾物質生產性狀之期作間（第一及第二期作）與地區間（臺北及臺中）之關係，*, **：各爲 5 %及 1 %之顯著水準。

Fig. 4. Relationship between crop seasons (1st and 2nd crops) and between locations (Taipei and Taichung) in the characters related to dry matter production for rice cultivars. * and ** are significant at 5 % and 1 % level, respectively.
TDW : total dty weight (g/hill) at maturity ; LAD : leaf area duration (LAI. day) from heading to milky stage ; CGR : crop growth rate (g.m−2.day−1) from booting to dough stage.
— : 1st crop, --- : 2nd crop. ○ : Taipei, ● : Taichung.

另一方面，高產品種如臺農67號、臺東29號、嘉農秈11號、臺中秈10號，大部份之葉片氮素濃度較低（表 2 、表 3 ），惟由表 6 可知，葉片氮素濃度與產量雖呈現負相關，但未達顯著性水準。

(二)孕穗期至糊熟期之 CGR 及NAR 之變動。

1. 期作間、地區間之差異

圖 2 及圖 2 表示供試材料在不同生育期（孕穗期～糊熟期）CGR 及 NAR 之變化情形，由圖中可看出，秈稉型之 CGR 及NAR 之變化頗類似，皆呈現山峰型，即抽穗期～乳熟期之 CGR 及 NAR 爲高峰，兩者（CGR、NAR）於A～B（孕穗期～抽穗期）及 B～C（抽穗期～乳熟期）相差無幾，B～C 與 C～D（乳熟期～糊熟期）之差距較大，CGR 約2.5～6.1g・m^{-2}・day^{-1}而NAR 約1.3～3.2g・m^{-2}・day^{-1}。

期作間之差異，除了臺中地區之第二期作 NAR 大於第一期作之外，其他第一期作之CGR 及 NAR 皆高於第二期作。

至於地區間之關係，除了二期作稉稻及兩期作秈稻之 CGR（C～D；乳熟期～糊熟期）之外，其餘臺中地區之 CGR 皆大於臺北地區。而 NAR 的情形，除了一期作孕穗期～抽穗期、稉稻一期作與兩期作秈稻孔熟期～糊熟期 NAR 之外，其他皆爲臺中地區較高。

兩者（CGR、NAR）之地區間差異，秈稉型皆在二期作 A～B （孕穗期～抽熟期）或 B～C（抽穗期～乳熟期）之生育期間地區間差距較大。

2. 品種間差異

由表 4 及表 5 顯示，如上述秈稉稻高產或低產品種之 CGR（孕穗期～糊熟期），不論何種環境（期作，地區）大致分別出現較高或較低的趨勢，表 6 亦反應出水稻品種產量與 CGR 之相關係數皆呈現顯著性之正相關，可知 CGR 與產量潛能具有密切關係。而環境間（期作間、地區間）之品種相關係數（圖 4 ），但唯有 CGR 之期作間品種相關係數呈現極顯著之正相關，而地區間品種相關係數較小，未達到顯著性水準，則本試驗供試品種之 CGR 在兩地區（臺北、臺中）之表現不一致亦不穩定，因此可否以 CGR 同時當爲兩地區水稻之高產品種選拔指標，還要分區考量。

表4. 臺北及臺中地區稉型水稻品種孕穗期至糊熟期之作物生長速率及淨同化率

Table 4. Crop growth rate (CGR) and net assimilation rate (NAR) from booting to dough stages of 15 Japonica rice cultivars cultivarted in Taipei and Taichung areas.

Cultivar	CGR (g.m^{-2}.day^{-1})				NAR (g.m^{-2}.day^{-1})			
	1st Crop		2nd Crop		1st Crop		2nd Crop	
	Taipei	Taichung	Taipei	Taichung	Taipei	Taichung	Taipei	Taichung
早熟品種								
1. 臺中186號	9.10dz	8.36i	7.76bc	9.18b	2.45def	2.64ab	2.46a	3.02ab
2. 高雄選 1 號	8.32fg	9.42e	6.47h	7.66ef	2.53cd	2.42ab	2.03g	2.53gh
3. 豐錦	8.85e	10.411b	7.56cde	9.18b	2.50d	2.84a	2.33c	2.93bc
中熟品種								
4. 臺北309號	9.76a	10.28c	7.54e	7.34fg	2.63b	2.50ab	2.21f	2.70ef
5. 臺農62號	9.62ab	10.46b	7.57de	8.15d	2.50de	2.55ab	2.32cd	3.01ab
6. 臺農67號	9.72a	11.02a	8.07a	9.83a	2.51d	2.58ab	2.27de	3.10a
7. 嘉農242號	8.32fg	7.97j	7.21f	7.06gh	2.41ef	2.42ab	2.43a	2.43hi
8. 臺南 5 號	9.44bc	10.22c	7.80b	9.12b	2.75a	2.69ab	2.33c	2.90bc
9. 臺南 6 號	9.32cd	9.32f	7.32f	8.57c	2.64b	2.63ab	2.22ef	2.86cd
10. 高雄139號	8.22fg	8.86h	6.56h	8.20cd	2.39f	2.36b	1.98gh	2.69ef
晚熟品種								
11. 新竹56號	9.10d	8.85h	7.23f	7.56f	2.67ab	2.45ab	2.41a	3.01ab
12. 臺中65號	8.43f	9.23g	7.07g	8.02de	2.28g	2.45ab	2.34bc	2.96bc
13. 嘉南號 8 號	8.18g	7.51k	6.44h	6.80h	2.61bc	2.29b	1.95h	2.33i
14. 高雄140號	8.13g	9.53d	6.54h	7.06gh	2.39f	2.57ab	2.03g	2.60fg
15. 臺東29號	9.12d	9.24g	7.69bcd	3.55c	2.39f	2.31b	2.40ab	2.75de
Mean	8.91	9.38	7.26	8.15	2.51	2.51	2.25	2.79
SD	0.60	0.98	0.54	0.91	0.13	0.15	0.17	0.27
CV(%)	6.70	10.50	7.41	11.20	5.16	5.99	7.63	8.44

Means with the same letter within each column are not significantly different at 5 % level by Duncan's multiple range test.

表5. 臺北及臺中地區秈型水稻品種孕穗期至糊熟期之作物生長速率及淨同化率

Table 5. Crop growth rate (CGR) and net assimilation rate (NAR) from booting to dough stages of 15 Indica rice cultivars cultivated in Taipei and Taichung areas.

Cultivar	CGR (g.m^{-2}.day^{-1})				NAR (g.m^{-2}.day^{-1})			
	1st Crop		2nd Crop		1st Crop		2nd Crop	
	Taipei	Taichung	Taipei	Taichung	Taipei	Taichung	Taipei	Taichung
早熟品種								
16. 包葉菊	7.85z1	8.97f	6.16g	8.09g	2.47e	2.64bc	1.87fg	2.67abc
17. 矮腳南特	7.93e	9.66d	7.00d	8.28e	2.58cd	2.89a	2.08cd	2.92a
18. 夾葉青 8 號	7.65f	8.84g	5.77h	8.64c	2.18g	2.32cdef	1.65j	2.73abc
19. 珍珠矮11號	8.32d	8.85g	6.74e	7.88h	2.56d	2.43cdef	1.88ef	2.80ab
20. 南特22號	7.81ef	8.03i	6.03g	7.50k	2.39f	2.13hij	1.75i	2.46bcd
中熟品種								
21. 新竹矮腳尖	8.46cd	7.78j	7.33b	7.021	2.70ab	2.42fghij	2.14ab	2.53abc
22. 臺中再來1號	8.34d	9.48e	6.85de	8.39d	2.64bc	2.37gh	1.87efg	2.74ab
23. 臺中秈 2 號	8.47cd	8.54h	6.15g	7.54j	2.74a	2.62bcd	1.84fg	2.96a
24. 臺中秈10號	9.12a	10.01c	7.74a	9.47a	2.36f	2.55bcde	2.12abc	2.69abc
25. 嘉農秈 8 號	9.12a	8.97f	7.16c	6.82n	2.55d	2.23fghij	2.09bcd	2.31cd
26. 嘉農秈11號	9.20a	10.73a	7.36b	9.12b	2.53de	2.74ab	1.93e	2.60abc
27. 臺中秈12號	8.60c	8.87g	7.34b	7.60i	2.39f	2.18ghij	2.15a	2.39bcd
28. 高雄秈 7 號	9.29a	10.06b	6.89de	8.18f	2.77a	2.39defg	1.81gh	2.04abc
29. 臺中秈 3 號	8.46cd	8.55h	6.50f	6.96m	2.25g	2.07j	1.78hi	2.10d
30. 嘉農秈 6 號	8.91b	7.77j	7.21bc	5.80p	2.54de	2.11ij	2.05d	2.09d
Mean	8.50	9.01	6.82	7.82	2.51	2.39	1.93	2.58
SD	0.54	0.85	0.58	0.95	0.17	0.25	0.16	0.26
CV (%)	6.34	9.49	8.49	12.10	6.84	10.40	8.27	10.20

Means with the same letter within each column are not significantly different at 5 % lerel by Duncan's mutiple range test.

至於秈稉型品種 NAR 之表現，由表 6 得知，唯第二期作臺北地區品種產量與 NAR 之相關係數呈現顯著性之正相關，其餘相關係數低，無法看出水稻品種產量在不同環境條件下與 NAR 之關係趨勢。

表6. 稉型及秈型水稻品種產量與乾物質生產性狀之相關係數
Table 6. Correlation coefficients between grain yield and characters related to dry matter production for Japonica and Indica rice cultivars

Characters	First Crop				Second Crop			
	Taipei		Taichung		Taipei		Taichung	
	Japonica	Indica	Japonica	Indica	Japonica	Indica	Japonica	Indica
Total dry wt.^{w}	0.92**	0.91**	0.92**	0.78**	0.97**	0.85**	0.88**	0.80**
LAI^x	0.23	0.19	0.54**	0.66**	0.59**	0.14	0.56*	0.63*
LAD^y	0.96**	0.83**	0.87**	0.85**	0.93**	0.94**	0.90**	0.97**
Leaf N^x	−0.15	−0.27	−0.24	−0.11	−0.06	−0.05	−0.16	−0.45
CGR^z	0.90**	0.87**	0.76**	0.73**	0.89**	0.81**	0.73**	0.61**
NAR^z	0.36	0.28	0.37	0.23	0.63**	0.74**	0.27	−0.07

* and ** are significant at 5 % and 1 % levels, respectively.
z from booting to dough stage
y duration from heading to milky stage
x at heading
w at maturity

討 論

由前試驗結果[13]得知，秈稉型水稻之產量於期作間或地區間皆有差異，以乾物質生產性狀（總乾物重、LAI、LAD、葉片氮素濃度、CGR 及NAR），作爲探討期作間或地區間產量差異之要因。並探討水稻品種於不同期作或地區，對於上述性狀之表現狀況。如下列以分區作爲探討。

一、臺北地區期作間乾物質生產性狀差異之原因

前報[13]曾指出第一期作水稻之生育經由低溫、低日射量至高氣溫、高日射量。因此生育初期受低氣溫之影響、移植後氣溫爲18°C左右。又日射量亦低約200cal・cm^{-2}・day^{-1}，分蘗易受抑制，又分蘗期延長以致無效分蘗增多，一般受害程度，秈型品種較嚴重，成熟期之穗數亦比稉型品種較低。又前報[12,17]得知，稉型品種之平均穗數，兩期作相似。秈型品種第一期作之平均穗數反而低於第二期作，並認爲可能秈稉型品種對於氣溫反應差異所致，陳[6]認爲秈稻之分蘗易受溫度之影響。在這環境下高產品種稉型有臺農67號、臺東29號、臺農62號及秈型爲嘉農秈11號、臺中秈10號，皆屬於穗數較多之穗數型品種。

第一期作分蘗期天候漸好，至穀粒充實期平均氣溫及日射量各爲約28°C與300 cal・cm^{-2}・day^{-1}左右，水稻之生育及穀粒充實良好，因此由圖 2 與圖 3 可知，秈稉稻生育中後期（孕穗期～糊熟期）乾物質生產性狀之總乾物重、LAI、LAD、CGR 及 NAR 幾乎都比第二期作高。IRRI[19]認爲水稻抽穗後保持充份的葉面積有利於乾物質生產。津野[18]指出稻之豐收，需維持穀粒充實期作物生長速度之不墜。而謝[14]提及水稻生育中期及後期，NAR 控制乾物質生產。又本試驗之結果（表 6）得知，這些乾物質生產性狀絕大部份與產量呈現正相關，即這些性狀表現愈大則產量愈高的趨勢，推測此爲第一期作之產量高於第二期作之要因。

尙且第二期作生育初期因高氣溫及高日射量，如此條件之下，水稻生育旺盛，營養生長期間有縮短的可能，又據翁等[4]及劉[10]之試驗結果，抽穗前儲蓄於莖葉之同化產物，第二期作少於第一期作，

加以第二期作抽穗後又遇低氣溫及低日射量，可能使光合成能力（photosynthetic capacity）及光合成效率（photosynthetic efficiiency）減少[1]。基於上述理由，第二期作同化產物轉移至穀粒則有減少的可能。而翁[5]強調抽穗前儲藏於莖葉之碳水化合物乃抽穗後穗部之主要供源。則第二期作之減產乃抽穗前之高溫及抽穗後低溫、低日射量之天候所致。

二、臺中地區第一、第二期作乾物質生產性狀差異要因及臺北、臺中地區該性狀差異之探討

臺中地區第一期作移植後氣象條件與臺北相近，至分蘗期兩地氣溫皆在22～23°C，但臺中之日射量約260～300cal/cm^2/day，較臺北之200cal/cm^2/day左右高（圖１）。鈴木等[16]指出，氣溫暖和地區水稻分蘗期處於低氣溫環境，充分的日射量，有助於穗數的增加。或許基於此理由，臺中地區第一期作水稻分蘗期有較充分的日射量，有利於分蘗而增加其穗數。由前報[13]得知臺中地區第一期作之穗數高於第二期作，亦高於臺北地區。謝[15]曾指出水稻抽穗期或抽穗前其穗數與葉面積指數呈現高的正相關，即穗數的增加葉面積指數有提昇的趨勢。本研究亦顯示臺中地區第一期作之LAI 及LAD 高於第二期作及臺北地區（圖２，圖３），同時臺中地區各生育時期（孕穗期～糊熟期）第一期作之 CGR 大於第二期作，由表４及表５知，孕穗期至糊熟期大部份品種之累積 CGR 臺中地區大於臺北地區，而兩地累積之 NAR（孕穗期～糊熟期）相近。津野[18]認爲 NAR 與 LAI 之乘積爲 CGR，並且穀粒充實期、作物生長速率之累積，幾乎與產量一致。因此爲要提昇產量，須維持穀粒充實期間之作物生長速率而不衰減。尙且本研究之總乾物重亦高於第二期作及臺北地區。

基於以上之探討得知，臺中地區第一期作之產量高於第二期作及臺北地區，主要由於穗數及葉面積等性狀所致。其次第二期作生育初期兩地區之氣象條件相近，臺中地區平均氣溫約30°C，最高氣溫亦接近35°C，分蘗易受抑制，導致穗數的減少，可能因此穗數較第一期作少。陳[6]指出，本省二期作稻分蘗期間之高氣溫（30°C）乃構成限制分蘗數之最主要生育環境條件。鈴木[16]等亦認爲水稻分蘗期間氣溫愈高穗數會趨於愈少。此乃稻二期作穗數較少之論點的佐證。如上述水稻抽穗期或抽穗前之穗數與 LAI 呈現高的正相關，因此二期作穗數的減少影響其他乾物質生產性狀（LAD、CGR 及總乾物重）的下降，而不如第一期作（圖２、圖３）的原因。

至於第二期作生育後期（抽穗期至成熟期），臺中地區之平均氣溫（21～25°C）及日射量（270～310cal/cm^2/day）高於臺北地區（平均氣溫16～20°C，日射量155～199cal/cm^2/day），此氣象條件有利於乾物質生產，因此臺中地區之總乾物重（圖２、圖３）及 CGR （表４、表５）大於臺北，又由於 CGR 與產量呈現顯著性之正相關（表６），導致產量高於臺北地區。

綜合本試驗之結果與探討得知，不論期作或地區水稻生育過程中影響產量豐歉與否主要在於穗數與葉面積指數等性狀，其他總乾物重、LAD 及 CGR 等亦與產量潛能有關。如圖４這些乾物質生產性狀（總乾物重、LAD、及 CGR）之環境間（期作、地區間）品種相關係數均出現正相關，即這些性狀對於不同期作或地區之表現趨於穩定性，品種改良爲增產有效途徑之一，而以這些性狀可當爲選拔高產品系或高產品種之指標，並能於水稻生育中期作篩選工作。並由表２及表３得知，臺農67號、臺南５號、臺東29號、臺中秈10號及嘉農秈11號不論期作或地區，皆表現高乾物質生產性狀（總乾物重、LAI、LAD、CGR）及大部份是高穗數，可當爲雜交親本。據 Tsai[21]曾進行全互交試驗，發現臺農67號及臺中秈10號具有較高的一般組合力（GAC）。張等[11]及林[2]以此兩品種爲親本進行雜交育種，先後各育成新品種，如臺農70號及臺秈１號。

除了育種之外，栽培技術之改良亦是提昇產量之有效途徑，本研究室正進行「氣象因子對水稻產量及乾物質生產性狀之影響」試驗，爲觀察氣象因子與水稻生育各期之乾物質生產性狀（總乾物重、LAI、LAD、CGR等）及收穫期產量之關係，在水稻之生產現場，把握氣象因子之變化經過而對各生育時期之生育狀態，作精確之評定，日後建立統計學的模式，由氣象因子作爲預測適時之施肥、灌排水及病蟲害防治之栽培管理技術，以提昇或穩定水稻產量爲目的。

誌　謝

本報告承日本東京大學 Takeda Genkichi 教授指導及斧正，謹此致謝。

引用文獻

1. 林安秋。1979。一、二期作水稻群落光合作用之比較。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。85-90頁。行政院國家科學委員會研討會專集第二號。行政院國家科學委員會。臺北。
2. 林再發。1988。臺秈１號之育成。臺中區農業改良場研究彙報　21：3-13。
3. 吳育郎、鐘德月、林富雄。1979。高屏地區二期作稻增產之措施及其成效。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集　227-243頁。行政院國家科學委員會研討會專集第二號。行政院國家科學委員會。臺北。
4. 翁仁憲、武田友四郎、縣和一。箱山普　1982水稻の子實生產に關する物質生產的研究。日作紀　51(4)：500-509。
5. 翁仁憲、陳清義。1984。臺灣水稻之光合作用、物質生產及穀實生產特性第一、二期作水稻之物質生產與穀實生產特性。中華農學會報　125：4-13。
6. 陳建山。1979。第一、二期作水稻之分蘖特性比較。臺灣二期作稻低產原因及解決方法研討會專集。61-74頁。行政院國家科學委員會研討會專集第二號。行政院國家科學委員會。臺北。
7. 黃眞生。1979。臺灣水稻第二期作之低產情況。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。23-27頁。行政院國家科學委員會專集第二號。行政院國家科學委員會。臺北。
8. 黃眞生。1979。臺灣水稻第二期作低產之原因。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。29-36頁。行政院國家科學委員會專集第二號。行政院國家科學委員會，臺北。
9. 鄔宏潘、廖雲英、錢美華、林燦隆、陳一心、王銀波、蔡國海、吳來貴、張萬來、林富雄、吳育郎。1975。第二期作低產原因之探討。科學發展月刊　3(10)：5-39。
10. 劉大江。1979。水稻各生育期溫度對碳水化合物累積與轉流之影響。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。101-111頁。行政院國家科學委員會研討會專集第二號。行政院國家科學委員會。臺北。
11. 臺灣稻作品種圖誌。1987。行政院農業委員會。臺灣省政府農林廳。亞太糧食肥料技術中心編印。
12. 蔡金川。1978。水稻生育各期溫度及遮光對產量及其構成因素之影響。科學農業　26(5-6)：194-201。
13. 蔡金川。1989。氣溫與日射量對水稻期作性與地區性產量差異之影響。中華農業研究　38(1)：19-29。
14. 謝昱暐。1978。一、二期作水稻之生長與光合作用構成因子。臺灣二期作稻低產原因及解決方法研討會專集。91-100頁。行政院國家科學委員會研討會專集第二號。行政院國家科學委員會。臺北。
15. 謝昱暐。1978。硝酸態氮及氨態氮對水稻群落光合作用構成因子與產量構成因素的影響。科學發展月刊　6(9)：828-841。
16. 鈴木守、中村公則。1978。暖地水稻の收量成立過程における氣象要因の影響に關する二、三の解析。日作紀　47(4)：529-525。
17. 蔡金川。1990。臺灣における水稻育種のための生態學的研究。學位論文。東京大學出版。
18. 津野幸人。1970。イネの科學一多收技術の見方考え方。農山漁村文化協會。
19. International Rice Research Institute 1970. Annual Report, pp. 30-140. Los Banos, philippines.
20. Sivakumar M. V. K. and R. H. shaw 1978. Methods of growth analysis in field grown soybean (Glycine Max (L.) Merrill). Ann. Bot. 42, 213-222.
21. Tsia, J. C. 1989. Diallel analysis of characters related to grain yield and dry matter production in Japonica and Indica rice cultivars The 6th International Congress of SABRAO, Tsukuba, Japan.

Rice Varietal Difference in Characteristics Related to Dry Matter Production in Different Environment.[1]

Jin-Chuan Tsai[2]

Summary

Fifteen japonica and 15 indica rice cultivars were grown in the field for two crop seasons both in Taipei and Taichung. Samples were taken at 4 different growth stages (booting, heading, milky and dough stage) during each season to obtain data of leaf atea index (LAI), leaf area duration (LAD), leaf N concentration, the amount of dry matter accumulated (DMA), crop growth rate (CGR), and net assimilation rate (NAR). It is aim to elucidate the differences in the dry matter production of rice cultivars between the first and second rice crop grown in Taipei and Taichung area, in order to clarify the causes of low yield of the second crop. Information derived from this study should be of value as indices for future varietal improvement in rice.

The second crop was under environments of high temperature and high solar radiation first and then markedly to lower temperature and lower solar radiation at harvest. But the changes of climatic factors of the first crop was in reverse trend. The day/night temperature difference in Taichung was larger than that in Taipei, while the solar radiation in Taichung was also higher than Taipei except the month of July.

Experimental results indicated that generally DMA, LAD and CGR were higher for the first crop than for the second crop, and higher in Taichung area than in Taipei area. These characteristics showed a significant positive correlation with yield, suggesting that the sufficient DMA, LAD and CGR could increase the grown yield. They were all significant at 1 % level when the comparisons were made among varieties, and between crop seasons, and between areas.

Five varieties, namely Tainung 67, Tainan 5, Taitung 29, Taichung sen 10 and Chianung sen 11 yielded better than other varieties regardless of location and crop season. They all had higher values of DMA, LAD and CGR. And the positive correlation existed between crop seasons and between locations for those characteristics. The characteristics of DMA, LAD and CGR can be used as the selected marker for the varieties of high yield potential.

Key words: Dry matter production, Leaf area index(LAI), Leaf area duration(LAD), Crop growth rate (CGR) ′Net assimilation rate (NAR).

---

1. Contribution No.1701 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate researcher TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

玉米莖葉性狀與青割產量之全互交分析[1]

何千里　謝光照　盧煌勝[2]

摘要：本試驗以七個玉米自交系親本（四個硬粒種及三個馬齒種）及其四十二個全互交組合於1992年秋作進行田間試驗，莖葉性狀及青割產量之資料利用 Griffing 方法 I 作全互交分析。變方分析結果顯示，十項性狀在參試品系間均呈極顯著。十項性狀中只有吐絲期及第一穗以下葉片數兩性狀具有正反交效應。雜交種比自交系較早開花、吐絲，同時有較高之株高及穗位高，及較多之葉面積及青割鮮草產量；稈徑、第一穗以上葉片數、第一穗以下葉片數及總葉片數亦以雜交種略高於自交系，唯未達顯著水準。除稈徑主要由非累加性基因、第一穗以上葉片數主要由累加性基因作用外，其餘八項性狀概由累加性及非累加性基因共同控制。由 GCA/SCA 觀之，株高、穗位高、第一穗以上葉片數、第一穗以下葉片數、總葉片數、葉面積及鮮草產量等性狀受累加性基因之作用遠大於受非累加性基因之作用。各性狀一般組合力效應、特定組合力效應及雜種潛勢值在自交系、雜交種或粒型組合間變化均大。參試親本中，就鮮草產量而言，以 RSC2 具有最大之 GCA 正效應。不管自交系親本或雜交種，鮮草產量與株高、穗位高、第一穗以下葉片數及葉面積均爲顯著正相關，此類性狀或可作爲選拔高產青割玉米之參考指標。

關鍵詞：玉米、全互交分析、一般組合力、特定組合力、雜種潛勢。

玉米品種依用途之不同而有許多類別，作爲飼料用者約可區分爲兩大類：一類是飼料玉米（field corn），其籽粒可作爲精料，約佔綜合飼料成分之60～70%；另一類是青割玉米（forage corn）或青貯玉米（silage corn），當玉米果穗生長至糊熟期（dough stage）時，採全株切碎，直接供應爲青飼料或作爲青貯之用。青割或青貯玉米是一種嗜口性（palatability）佳、消化性（digestibility）及營養價值頗高的芻料，是歐美常見之冬季飼料，故有芻料之王之稱。由於本省冬季常發生牧草嚴重缺乏之情形，加以青割玉米目前已普遍應用機械栽培及採收，可節省勞力，且又能與酪農密切配合，是一種值得栽培利用之飼料作物。臺灣過去玉米育種工作，主要偏重於飼料玉米，對青割玉米之研究則尙屬起步階段，目前酪農作爲青割用途之玉米仍然以飼料玉米品種爲主，許多學者認爲飼料玉米品種並不一定非常適合作爲青割用[5,6,16]。

玉米乾物質的生產和分配，係受光合產物供源（source）和積儲（sink）控制，Hanway[11]指出玉米乾物質的累積部位隨著不同生育期而累積於不同的部位。於吐絲前主要累積於莖稈、葉片、穗軸等非子實部份（nongrain），而於吐絲後即有停止或下降之情形，其中累積最多者爲莖稈，次爲葉片及穗軸，分別佔非子實乾物重的35%、22%及15%左右；而吐絲後的乾物質主要累積於子實部份[10]。Genter *et al*[7]亦指出於籽粒充實期中營養器官莖稈、葉片的乾物質能再分配至子實部位；又玉米整株與穗的乾物重隨成熟期之增加呈穩定性的增加，莖稈及葉片之乾物重隨成熟時間之增加而遞減[15]。由於青割玉米於糊熟期刈取全株，其產量不僅限於籽粒，而是包括地上部之所有器官之綜合表

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1702 號。
2. 本所農藝系助理研究員、助理研究員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

現。青割玉米的供源能力超過籽粒充實之需求時，多餘的碳水化合物將被貯藏於莖稈中，尤其是穗位以下之部位，雖然 Dhillon *et al*[3]認爲同一品種其青割乾物質產量與飼料籽粒產量具有極顯著之正相關；然而 Hunter[13]以全株乾物重及籽粒產量兩種指標進行雙向選拔，將同一玉米族群利用輪迴選種法選拔至 C_2 時，以全株乾物重爲指標的青割乾物質產量較 C_0 增加了16%左右；以籽粒產量爲指標的青割乾物質產量則僅增加了 3 %。

臺灣未來之農業發展，酪農事業應是重點之一，因此，加強青割玉米品種改良工作，乃是刻不容緩。本試驗以四個硬粒種與三個馬齒種玉米自交系之全互交爲材料，進行組合力分析，探討莖葉性狀與青割產量之遺傳行爲，以及雜種潛勢與性狀相關等，試驗結果將提供青割玉米育種上之參考。

材料與方法

本試驗所使用的材料，計有下列七個玉米自交系，其代號、名稱、系譜、來源及粒型等列如表 1：

表 1. 七個參試玉米自交系之背景資料

Table 1. Backgrounds of the seven inbred lines evaluated.

Code	Inbreds	Pedigree	Origin	Kernel type
A	RSC 2	RSC81-9001-12 S_4 derivative	U.S.A	Flint
B	SW 260	Suwan-1 derivative	Thailand	Flint
C	ICAL 210	Cuban flint derivative	Colombia	Flint
D	SW 19	Suwan-1 derivative	Thailand	Flint
E	Pi 3	Pioneer-6181 derivative	U.S.A	Dent
F	Hi 31	(B68 x MV source) BC_5	U.S.A	Dent
G	Pi 28	Pioneer-6181 derivative	U.S.A	Dent

上述七個玉米自交系（四個硬粒種及三個馬齒種）與其全互交四十二個 F_1 組合，於1992年秋作在農試所進行試驗，田間採逢機完全區集設計，重複二次，兩行區，行長 4 m，行株距80×20cm。公頃肥料用量爲 N：P_2O_5：K_2O＝200：90：60kg。氮素半量及磷、鉀肥全量作爲基肥一次施用，另外氮肥半量於培土前施用。田間管理依照一般玉米栽培法行之，生育期間調查下列性狀：

一、開花期（days to flower, DTF）：由播種日起至小區中50%植株達雄穗始花所需的日數。

二、吐絲期（days to silking, DTS）：由播種日起至小區中50%植株雌穗開始吐絲所需的日數。

三、株高（plant height, PH）：爲每小區逢機選取10株，由地表至雄穗主軸頂瑞的平均高度，以 cm 表示。

四、穗位高（ear height, EH）：爲每小區逢機選取10株，由地表至第一雌穗基部的平均高度，以 cm 表示。

五、稈徑（stalk diameter, SD）：爲每小區逢機選取10株，量取地面第一節位中央的平均直徑，以 mm 表示。

六、第一穗以上葉片數（leaf number above first ear, AFEL）：爲每小區逢機選取10株，量取每株第一穗以上之葉片數，並平均之。

七、第一穗以下葉片數（leaf number below first ear, BFEL）：同第 6 項樣品，量取每株第一穗以下之葉片數，並平均之。

八、總葉片數（total number of leave, TLN）：同第 6 項樣品，爲第 6 項及第 7 項之總和。

九、葉面積（leaf area, LA）：同第 6 樣品，由頂端往下數第八片葉的長度與寬度的乘積，再乘以0.76及9.27所得的數值之平均數，以 cm2 爲單位[2]。

十、鮮草產量（fresh weight, FW）：每小區選20株，由地表割下，稱量鮮重，以 kg 表示。

以上調查資料先進行平均值顯著測驗及變方分析，全互交分析係採用 Griffing氏[9]方法 I 進行一般組合力（general combining ability-GCA）、特定組合力（specific combining ability-SCA）及正反交效應（reciprocal effect-RE）變方分析。比較硬粒種與馬齒種兩組不同粒型組合在各性狀之差異，以效應平均值估算親本自交系之一般組合力及雜交種 F_1 之特定組合力效應。雜種潛勢（potence value, PV）係以 Griffing[8]之顯性程度表示之，其計算公式爲：$PV = (F_1 - MP) / (HP - MP)$，$F_1$ 爲雜交種，HP 爲該性狀值較高之親本，MP 爲兩親之平均。

結果與討論

本試驗資料經變方分析結果（表 2），參試品系間在十項性狀均達極顯著。七個自交系親本與四十二個全互交 F_1 雜交種各項性狀之平均值示如表 3，雜交種比自交系較早開花、吐絲，同時具有較高之株高及穗位高，以及較多之葉面積及青割鮮草產量。稈徑、第一穗以上葉片數、第一穗以下葉片數及總葉片數亦以雜交種略高於自交系，唯未達顯著水準。每一性狀在自交系間、F_1 間及不同粒型組合間變異均大。七個自交系及四十二個雜交種 F_1 之十項性狀之全互交分析（表 4）結果顯示，一般組合力效應除稈徑一項不顯著外，其餘九項狀均達極顯著水準；特定組合效應除第一穗以上葉片數不顯著外，其餘九項性狀均達顯著或極顯著。稈徑主要係受非累加性（nonadditive）遺傳成分所控制，而第一穗以上葉片數主要受累加性（additive）遺傳成分所控制，其餘八個性狀則同時受累加性與非累加性遺傳成分所左右。十項性狀中只有吐絲期及第一穗以下葉片數兩項性狀具有正反交效應。株高、穗位高、第一穗以上葉片數、第一穗以下葉片數、總葉片數、葉面積及鮮草產量之 GCA/SCA 比值均大於 1，表示此七項性狀之累加性效應較非累加性效應更爲重要，其中第一穗以上葉片數、第一穗以下葉片數及總葉片數之比值特別高。

表 2. 七個自交系及其全互交雜種之變方分析
Table 2. ANOVA of seven inbreds and their diallel hybrids.

Source of variation	df	Mean squares									
		DTF	DTS	PH	EH	SD	AFEL	BFEL	TLN	LA	FW
Block	1	3.68	2.29	1,179.5*	1,632.6**	21.97**	0.09	2.61*	1.85	302,714	0.68
Entry	48	9.97**	12.68**	1,961.8**	744.6**	9.17**	0.50**	1.27**	2.13**	1,042,823**	15.96**
Error	48	1.07	0.85	248.3	136.2	2.81	0.23	0.51	0.81	286,409	2.18

*,** Significant at 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively.

表 3. 七個自交系及其全互交雜種之十項性狀平均值

Table 3. Means for ten traits of seven inbreds and their diallel hybrids.

Inbred or hydrid	DTF (day)	DTS (day)	PH (cm)	EH (cm)	SD (mm)	AFEL (No.)	BFEL (No.)	TLN (No.)	LA (cm^2/pt)	FW (kg/20pt)
A	60.5	62.0	212.5	95.0	23.7	5.5	8.0	13.5	6,075	13.7
B	62.0	64.0	152.5	65.0	21.7	6.0	7.8	13.8	4,505	8.6
C	62.0	65.0	165.0	67.5	21.5	5.8	6.8	12.5	5,402	8.9
D	59.5	61.5	132.5	35.0	19.2	5.3	6.5	11.8	4,036	7.4
E	63.5	67.0	155.0	72.5	20.3	5.3	7.5	12.8	5,739	6.8
F	67.0	69.0	157.5	62.5	17.1	6.0	6.0	12.0	3,494	5.7
G	63.0	65.0	120.0	35.0	15.7	5.0	4.8	9.8	3,491	5.1
Inbred $\bar{x}$	62.5	64.8	156.4	61.8	19.9	5.6	6.8	12.3	4,677	8.0
A×B	58.5	59.5	217.5	90.0	20.3	6.3	6.3	12.5	5,119	12.5
A×C	59.5	62.0	247.5	117.5	22.6	5.8	7.5	13.5	7,085	16.4
A×D	57.5	59.5	235.0	110.0	24.1	5.5	7.8	13.3	5,672	14.1
A×E	59.0	60.5	247.5	120.0	17.6	6.0	8.0	14.0	5,783	15.5
A×F	60.0	61.5	225.0	100.0	24.6	6.0	7.8	13.8	4,994	13.3
A×G	59.0	62.0	242.5	112.5	23.4	5.5	8.3	13.8	5,327	16.8
B×A	57.0	59.0	245.0	112.5	22.9	6.3	8.8	15.0	6,056	15.2
B×C	59.0	61.0	240.0	115.0	24.1	6.8	8.3	15.0	6,402	15.4
B×D	59.0	60.0	217.5	110.0	21.3	6.5	6.8	13.3	4,935	11.9
B×E	57.0	59.0	212.5	90.0	24.9	6.5	7.3	13.8	6,110	12.0
B×F	56.5	58.5	197.5	77.5	21.8	5.8	7.8	13.5	5,180	11.9
B×G	57.0	59.0	222.5	95.0	23.9	6.5	8.3	14.8	5,727	15.2
C×A	57.5	60.0	240.0	115.0	21.3	6.0	8.3	14.3	5,480	17.0
C×B	59.0	61.0	212.5	87.5	24.3	6.0	7.5	13.5	6,029	13.1
C×D	57.0	59.0	217.5	100.0	23.4	5.8	8.8	14.5	6,326	14.5
C×E	58.0	60.0	225.0	107.5	21.9	5.3	7.0	12.3	5,774	15.4
C×F	58.0	59.5	232.5	110.0	25.1	5.5	6.5	12.0	6,225	15.0
C×G	58.5	60.5	220.0	100.0	22.0	5.3	7.3	12.5	6,432	14.3
D×A	57.5	59.5	242.5	115.0	25.3	5.8	8.3	14.0	6,685	15.0
D×B	57.0	58.5	212.5	97.5	21.8	6.0	8.3	14.3	5,347	10.4
D×C	56.5	57.5	240.0	100.0	25.4	6.8	8.0	14.8	6,772	13.8
D×E	57.0	59.0	187.5	77.5	22.6	5.5	7.0	13.0	5,596	11.9
D×F	55.5	56.5	215.0	92.5	25.0	6.0	7.3	13.3	5,027	12.7
D×G	57.0	58.5	207.5	97.5	23.7	5.3	7.3	12.5	6,026	13.2
E×A	59.0	62.0	247.5	120.0	21.5	5.0	7.0	12.0	5,913	13.9
E×B	57.5	60.0	212.5	92.5	22.4	5.8	8.3	14.0	5,899	12.9
E×C	59.0	61.0	220.0	105.0	22.5	5.5	7.5	13.0	6,535	15.5
E×D	57.0	58.5	212.5	95.0	24.0	5.0	7.3	12.3	5,769	10.5
E×F	56.5	58.5	210.0	85.0	24.4	6.0	6.8	12.8	5,895	11.6
E×G	61.0	63.5	167.5	72.5	22.6	4.8	7.3	12.0	5,352	8.0
F×A	61.0	63.0	225.0	92.5	23.0	5.8	7.0	12.8	5,053	15.0
F×B	56.5	58.0	200.0	80.0	22.2	6.3	6.0	12.3	5,608	13.1
F×C	58.0	58.5	232.5	105.0	23.0	6.0	6.5	12.5	6,328	14.6
F×D	56.5	58.5	215.0	100.0	24.6	6.0	7.5	13.3	5,787	13.3
F×E	56.5	59.0	212.5	82.5	24.0	5.8	6.3	12.0	5,442	12.4
F×G	60.0	62.0	205.0	92.5	20.8	6.5	7.3	13.8	5,664	12.1
G×A	58.0	60.0	215.0	102.5	21.0	5.0	8.0	13.0	5,556	14.7
G×B	56.5	57.5	202.5	95.0	22.7	5.8	7.3	13.0	5,184	11.7
G×C	57.0	59.0	212.5	92.5	25.8	5.3	7.3	12.8	6,070	14.9
G×D	56.0	58.0	215.0	112.5	25.7	5.3	8.0	13.3	6,062	12.4
G×E	59.0	63.0	132.5	67.5	23.0	5.0	6.3	11.3	5,493	9.0
G×F	56.5	58.0	210.0	90.0	23.5	5.0	6.8	11.8	5,717	13.6
Hybrids $\bar{x}$	57.5	59.7	217.9	98.4	23.1	5.8	7.5	13.2	5,795	13.5
Grand mean	58.5	60.5	209.1	93.2	22.6	5.8	7.4	13.1	5,635	12.7
LSD 5%	2.1	1.9	31.7	23.5	3.4	1.0	1.4	1.8	1,075	3.0
LSD 1%	2.8	2.5	42.3	31.3	4.5	1.3	1.9	2.4	1,435	4.0

表 4. 七個自交系及其全互交雜種十項性狀之均方值

Table 4. Mean squares of ten traits for seven inbreds and their diallel hybrids.

Source	df	DTF	DTS	PH	EH	SD	AFEL	BFEL	TLN	LA	FW
GCA	6	4.70**	8.09**	2,424.6**	766.62**	2.51	1.00**	1.55**	3.24**	1,235,967**	21.13**
SCA	21	9.23**	11.08**	1,422.2**	576.51**	7.91**	0.11	0.54*	0.85*	669,699**	11.06**
RE	21	0.82	1.09**	127.0	55.50	1.85	0.18	0.46*	0.66	168,965	1.14
Error	48	0.53	0.42	124.1	68.15	1.40	0.11	0.25	0.40	143,200	1.09
GCA/SCA		0.51	0.73	1.7	1.33	0.32	9.09	2.87	3.81	1.8	1.91

*,** Significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively.

親本自交系之一般組合力分析列於表 5，各性狀除依個別自交系親本進行比較外，並依硬粒種與馬齒種兩組不同粒型自交系之 GCA 效應平均值進行比較。其中，開花期及吐絲期趨勢相當一致，一般組合力效應爲正值的有A、C、E、F、G等五個親本，而 B 及 D 爲負值；就粒型平均而言，硬粒種爲負值，而馬齒種爲正值。株高與穗位高趨勢亦一致，正值的有 A 及 C ，其餘爲負值；粒型平均，硬粒種爲正值，而馬齒種爲負值。在稈徑爲正值的有 C 及 D，餘爲負值；硬粒種之平均爲正值，而馬齒種爲負值。第一穗以上葉片數除 B、C 及 F 爲正值，餘爲負值；粒型平均，硬粒種爲正，馬齒種爲負。第一穗以下葉片數在硬粒種自交系全部爲正值，馬齒種自交系則全數爲負值。總葉片數之情形和第一穗以下葉片數完全一致。葉面積負值的爲 B、D、F 及 G；粒型平均，硬粒種爲正，馬齒種爲負。在鮮草產量 A 及 C 爲正值，餘爲負值；粒型平均，硬粒種爲正，馬齒種爲負。七個參試親本中，C 在十項性狀之一般組合力效應均屬正值。

表 5. 七個參試自交系十項性狀之一般組合力效應估值

Table 5. Estimates of general combining ability effect for ten traits measured in a diallel set of seven inbred lines.

Kernel type	Parental inbreds	DTF (day)	DTS (day)	PH (cm)	EH (cm)	SD (mm)	AFEL (No.)	BFEL (No.)	TLN (No.)	LA (㎠/pt)	FW (kg/20pt)
	A	0.392	0.433	23.418	13.801	−0.146	−0.028	0.441	0.415	141.5	2.063
Flint	B	−0.321	−0.530	−2.117	−2.270	−0.072	0.436	0.244	0.665	−163.4	−0.351
	C	0.142	0.183	10.204	6.122	0.544	0.079	0.084	0.183	522.6	1.427
	D	−1.178	−1.459	−3.188	−1.913	0.595	−0.028	0.173	0.147	−62.1	−0.651
	Average	−0.241	−0.343	7.079	3.935	0.230	0.114	0.235	0.352	109.6	0.622
	E	0.321	0.826	−9.260	−3.163	−0.339	−0.260	−0.130	−0.369	153.2	−1.101
Dent	F	0.464	0.219	−2.295	−5.127	−0.052	0.168	−0.522	−0.387	−356.0	−0.554
	G	0.178	0.326	−16.760	−7.448	−0.529	−0.367	−0.290	−0.656	−235.7	−0.833
	Average	0.321	0.457	−9.438	−5.246	−0.306	−0.153	−0.314	−0.470	−146.2	−0.829
S.E.(g_i-g_j)		0.277	0.247	4.211	3.120	0.448	0.128	0.191	0.241	143.0	0.394

四十二個 F_1 十項性狀之特定組合力效應列於表 6，開花期爲正值的有 A×F、E×G、B×D 及 B×C 等，其餘均爲負值；三種粒型組合平均效應值均爲負值。吐絲期效應爲正值的有 E×G、A×F、B×C、B×D 及 A×D等，其餘均爲負值；三組粒型組合平均效應均爲負值。株高除 E×G、A×F 及 B×F 爲負值外，餘爲正值；粒型平均效應僅馬齒種同粒型組合爲負值。穗位高爲負值的有 A×B、E×F、E×G、A×F、B×F 及 D×E六個組合；粒型平均效應亦僅馬齒種同粒型爲負值。稈徑爲負值的亦有六個組合，分別爲 A×B、A×C、B×D、A×E、B×F 及 C×E；不同粒型組合中僅硬粒種同粒型組合爲負值。第一穗以上葉片數、第一穗以下葉片數、總葉片數、葉面積及鮮草產量之特定組合力效應在各組合間正負互見；粒型平均，除了硬粒種× 馬齒種在第一穗以上葉片數爲負值外，其餘均爲正值。

表 6. 十項性狀之特定組合力效應

Table 6. Estimates of specific combining ability effects for ten traits.

Kernel type	Hybrids	DTF (day)	DTS (day)	PH (cm)	EH (cm)	SD (mm)	AFEL (No.)	BFEL (No.)	TLN (No.)	LA (cm^2/pt)	FW (kg/20pt)
	A×B	−0.821	−1.112	0.867	−3.443	−0.808	0.117	−0.512	−0.397	−25.8	−0.556
Flint	A×C	−0.535	−0.076	1.045	3.163	−1.080	0.099	0.022	0.209	−17.0	0.490
×	A×D	−0.214	0.066	9.438	7.448	1.586	−0.043	0.058	−0.005	463.9	0.468
Flint	B×C	0.678	0.887	9.081	4.234	1.080	0.135	0.219	0.334	220.8	0.504
	B×D	1.000	0.780	11.224	14.770	−1.610	0.117	−0.244	−0.130	−268.4	−0.516
	C×D	−0.714	−0.933	12.653	2.627	0.616	0.474	0.790	1.227	427.7	0.654
	Average	−0.101	−0.064	11.077	4.799	−0.036	0.149	0.056	0.206	133.5	0.174
Dent	E×F	−2.785	−2.755	13.724	−1.122	1.973	0.242	−0.173	0.066	236.3	0.986
×	E×G	1.000	1.637	−33.061	−12.551	1.023	−0.221	−0.155	−0.415	−130.0	−2.259
Dent	F×G	−0.892	−1.005	17.474	10.663	0.096	0.224	0.487	0.727	647.1	1.493
	Average	−0.892	−0.707	−0.621	−1.003	1.031	0.082	0.053	0.216	251.1	0.073
	A×E	−0.214	−0.469	24.260	16.198	−2.596	0.063	−0.137	−0.112	−81.7	1.018
	A×F	1.142	1.137	−5.204	−5.586	1.351	0.010	0.130	0.155	−397.1	−0.102
	A×G	−0.571	−0.219	13.010	7.984	0.221	−0.079	0.647	0.548	−99.0	1.801
	B×E	−1.250	−1.255	14.795	3.520	1.409	0.224	0.308	0.512	379.2	1.233
Flint	B×F	−2.142	−1.897	−5.918	−7.015	−0.517	−0.329	−0.173	−0.469	278.1	0.736
×	B×G	−1.607	−2.005	22.295	11.556	1.234	0.331	0.469	0.798	219.4	1.940
Dent	C×E	−0.464	−0.969	12.474	10.127	−0.605	−0.168	−0.030	−0.255	−156.8	2.429
	C×F	−1.107	−1.862	15.510	13.341	0.924	−0.221	−0.387	−0.612	474.5	1.258
	C×G	−1.071	−1.219	13.724	4.413	1.237	−0.186	0.130	0.030	328.9	1.311
	D×E	−0.642	−1.076	3.367	−1.836	0.403	−0.186	−0.244	−0.219	−44.2	0.283
	D×F	−1.785	−1.719	11.403	10.127	1.628	0.135	0.397	0.423	189.8	1.511
	D×G	−1.000	−1.076	22.117	21.198	2.023	−0.079	0.415	0.316	706.6	1.590
	Average	−0.893	−1.052	11.819	7.002	0.559	−0.040	0.127	0.092	149.8	1.250
S.E($S_{ii}-S_{jj}$)		0.878	0.783	13.318	9.866	1.417	0.407	0.605	0.764	452.2	1.248
S.E($S_{ii}-S_{ij}$)		0.855	0.763	12.981	9.617	1.381	0.397	0.590	0.745	440.8	1.216
S.E($S_{ii}-S_{jk}$)		0.760	0.678	11.534	8.545	1.227	0.352	0.524	0.661	391.6	1.080
S.E($S_{ij}-S_{ik}$)		0.680	0.606	10.316	7.642	1.097	0.315	0.469	0.592	350.3	0.966
S.E($S_{ij}-S_{kl}$)		0.620	0.553	9.417	6.977	1.002	0.288	0.428	0.540	319.8	0.882

綜合以上結果，四十二個參試雜交種 F_1 中，不同自交系組合間每一性狀之特定組合力效應變化甚大，而同一粒型組合內也並不一致。大體而言，除了極少數的例外（如 A×F），欲育成早熟豐產之青割玉米品種，概以選擇硬粒種×馬齒種之組合最爲有利。當然，只要愼擇親本，在同粒型組合內（如 C×A、C×D、F×E 及 G×F），亦可得到相同的效果。

十項性狀之一般組合力、特定組合力及環境變方估值列於表 7。比較各自交系之 $\hat{\sigma}^2_{gi}$，株高、穗位高及鮮草產量以自交系 A 居冠；第一穗以上葉片數及總葉片數以自交系 B 最高；開花期、吐絲期及稈徑以自交系 D 最高；自交系 C 及 F 則分別在葉面積及第一穗以下葉片數有最高之 $\hat{\sigma}^2_{gi}$。就 $\hat{\sigma}^2_{sij}$ 而言，在各性狀中最高者爲：自交系 F 之開花期及吐絲期；自交系 D 之株高及穗位高；自交系 G 之稈徑、第一穗以下之葉片數、葉面積及總葉片數；自交系 B 及 C 則分別在第一穗以上葉片數及鮮草產量居首。$\hat{\sigma}^2_e$ 變異最大的爲葉面積。

表 7. 十項性狀之變方成分估值

Table 7. Estimates of variance component for ten traits measured in a diallel set of seven inbred lines.

Variance component	Kernel type		DTF	DTS	PH	EH	SD	AFEL	BFEL	TLN	LA	FW
	Flint	A	0.121	0.161	540.81	186.295	−0.064	−0.006	0.179	0.147	11,273	4.190
		B	0.070	0.255	−3.11	0.982	−0.080	0.183	0.044	0.418	17,961	0.056
		C	−0.012	0.007	96.52	33.311	0.210	−0.000	0.008	0.008	264,434	1.971
		D	1.355	2.102	2.56	−0.511	0.268	−0.006	0.014	−0.003	−4,910	0.357
$\hat{\sigma}^2_{gi}$		Average	0.384	0.637	159.19	55.019	0.084	0.042	0.061	0.143	72,189	1.644
	Dent	E	0.070	0.656	78.14	5.833	0.029	0.060	0.001	0.111	14,708	1.145
		F	0.182	0.021	−2.33	22.119	−0.083	0.021	0.257	0.125	118,031	0.240
		G	−0.001	0.080	273.30	51.314	0.194	0.127	0.068	0.404	46,830	0.627
		Average	0.084	0.252	116.37	26.422	0.047	0.069	0.109	0.213	59,856	0.671
	Flint	A	0.423	0.329	398.08	149.021	1.748	−0.047	−0.000	−0.088	−2,427	1.921
		B	4.402	5.287	554.66	132.779	0.765	0.053	−0.008	0.100	101,149	2.425
		C	2.093	3.948	769.10	261.245	0.994	0.005	0.104	0.291	299,040	8.511
		D	2.634	3.524	926.97	597.320	4.966	0.021	0.281	0.537	459,185	3.078
$\hat{\sigma}^2_{sij}$		Average	2.388	3.272	662.20	285.091	2.118	0.008	0.094	0.210	214,236	3.984
	Dent	E	4.727	6.128	524.65	90.103	2.095	−0.020	−0.058	−0.080	−23,108	4.163
		F	12.429	14.046	460.32	114.667	5.846	−0.009	−0.011	0.031	430,446	6.497
		G	3.733	4.038	909.47	434.140	6.353	−0.015	0.716	0.755	578,463	8.311
		Average	6.963	8.071	631.48	212.970	4.765	−0.015	0.216	0.235	328,600	6.324
$\hat{\sigma}^2_e$			0.539	0.429	124.16	68.150	1.406	0.116	0.256	0.409	143,200	1.090

四十二個 F_1 之雜種潛勢值，列如表 8。十項性狀中，開花期、吐絲期之雜種潛勢值均呈負值，且大致均超過−1.25，屬超顯性之範圍；其餘八項性狀除了少數雜交組合之雜種潛勢值呈負值外，其餘大都呈現正值，且大部份之雜種潛勢值超過+1.25，亦屬超顯性之範圍。十項性狀除了第一穗以上葉片數、第一穗以下葉片數、總葉片數及葉面積外，於正反交組合間正負值均一致，且數值差異不大。

表 8. 四十二個 F_1 雜交種十項性狀之雜種潛勢估值

Table 8. Potence values for ten traits of forty-two hybrids.

Cross		DTF		DTS		PH		EH		SD	
Direct	Reciprocal	Direct	Reciprocal	Direct	Reciprocal	Direct	Reciprocal	Direct	Reciprocal	Direct	Reciprocal
A×B	B×A	−3.66	−5.66	−3.50	−4.00	1.16	2.08	0.66	2.16	−2.40	0.20
A×C	C×A	−2.33	−5.00	−1.00	−2.33	2.47	2.16	2.63	2.45	0.0	−1.18
A×D	D×A	−5.00	−5.00	−9.00	−9.00	1.56	1.75	1.50	1.66	1.17	1.71
A×E	E×A	−2.00	−2.00	−1.60	−1.00	2.21	2.21	3.22	3.22	−2.58	−0.29
A×F	F×A	−1.15	−0.84	−1.14	−0.71	1.45	1.45	1.30	0.84	1.27	0.78
A×G	G×A	−2.20	−3.00	−1.00	−2.33	1.64	1.05	1.58	1.25	0.92	0.32
B×C	C×B	—	—	−7.00	−7.00	13.00	10.70	39.00	17.00	25.00	27.00
B×D	D×B	−1.40	−3.00	−2.20	−3.40	7.50	7.00	4.00	3.16	0.68	1.08
B×E	E×B	−7.66	−7.00	−4.33	−3.66	47.00	47.00	5.66	6.33	5.57	2.00
B×F	F×B	−3.20	−3.20	−3.20	−3.40	17.00	18.00	11.00	13.00	1.04	1.21
B×G	G×B	−11.00	−12.00	−11.00	−14.00	5.30	4.07	3.00	3.00	1.73	1.33
C×D	D×C	−3.00	−3.40	−2.42	−3.28	4.66	5.61	3.00	3.00	2.65	4.39
C×E	E×C	−6.33	−5.00	−600	−5.00	17.66	12.00	15.00	14.00	1.66	2.66
C×F	F×C	−2.60	−2.60	−3.75	−4.25	29.00	19.00	18.00	16.00	2.63	1.68
C×G	G×C	−8.00	−11.00	—	—	3.70	3.11	3.00	2.53	1.17	2.48
D×E	E×D	−2.25	−2.25	−7.00	−2.09	3.88	6.11	1.26	2.20	5.18	7.72
D×F	F×D	−2.06	−1.80	−5.25	−1.80	5.60	5.60	3.18	3.72	6.52	6.14
D×G	G×D	−2.42	−3.00	—	−3.00	13.00	14.20	—	—	3.57	4.71
E×F	F×E	−5.00	−5.00	−9.50	−9.00	43.00	45.00	3.50	3.00	3.56	3.31
E×G	G×E	−9.00	−17.00	−2.50	−3.00	1.71	−0.28	1.00	0.73	2.00	2.17
F×G	G×F	−2.50	−4.25	−2.50	−4.50	3.53	3.80	3.18	3.00	6.28	10.14

(Continue)

Cross		AFEL		BFEL		TLN		LA		FW	
Direct	Reciprocal	Direct	Reciprocal	Direct	Reciprocal	Direct	Reciprocal	Direct	Reciprocal	Direct	Reciprocal
A×B	B×A	2.20	2.20	−16.00	9.00	−7.66	9.00	−0.21	0.97	0.52	1.58
A×C	C×A	1.00	2.33	0.16	1.50	1.00	2.60	4.00	−0.76	2.12	2.37
A×D	D×A	1.00	4.00	0.73	1.40	0.76	1.58	0.60	1.59	1.12	1.41
A×E	E×A	6.00	−4.00	1.00	−3.00	2.42	−3.28	−0.73	0.03	1.52	1.05
A×F	F×A	1.00	0.20	0.80	0.00	1.40	0.06	0.16	0.20	0.90	1.32
A×G	G×A	1.00	−1.00	1.18	1.00	1.16	0.73	0.42	0.59	1.72	1.23
B×C	C×B	9.00	1.00	2.00	0.40	2.84	0.53	3.22	2.39	44.33	29.00
B×D	D×B	2.42	1.00	−0.53	1.76	0.50	1.50	2.83	4.59	6.50	4.00
B×E	E×B	2.42	0.42	−2.33	4.33	1.00	1.40	1.60	1.25	4.77	5.77
B×F	F×B	—	—	1.00	−1.00	0.66	−0.66	2.33	3.18	3.27	4.10
B×G	G×B	2.00	0.60	1.33	0.66	1.50	0.60	3.41	2.34	4.77	2.77
C×D	D×C	1.00	5.00	14.33	9.00	6.71	7.57	2.35	2.93	8.46	7.53
C×E	E×C	−1.00	−0.20	−0.42	1.00	−2.33	2.33	1.20	5.72	7.19	7.28
C×F	F×C	−4.00	1.00	0.25	0.25	−1.00	1.00	1.86	1.97	4.81	4.56
C×G	G×C	−0.25	−0.25	1.35	1.50	1.00	1.22	2.07	1.69	3.84	4.15
D×E	E×D	—	—	0.00	0.60	1.40	0.00	0.83	1.03	16.00	11.33
D×F	F×D	1.00	1.00	4.20	5.00	14.00	14.00	4.66	7.47	7.23	7.94
D×G	G×D	1.00	1.00	1.94	2.76	1.70	2.50	8.30	8.44	6.04	5.34
E×F	F×E	1.00	0.42	0.06	−0.06	1.00	−1.00	1.13	0.73	9.72	11.18
E×G	G×E	−2.33	−1.00	0.85	0.11	0.46	0.00	0.65	0.78	2.41	3.58
F×G	G×F	2.00	−1.00	3.16	2.33	2.63	0.81	—	—	22.33	27.33

自交系親本之十項性狀間的相關係數（表９）顯示，鮮草產量除與開花期及第一穗以上葉片數之相關不顯著外，與其他各項農藝性狀均呈顯著或極顯著相關，其中與株高、稈徑、葉面積、穗位高及總葉片數爲顯著正相關，與吐絲期爲顯著負相關。第一穗以上葉片數僅與總葉片數呈顯著正相關，與其餘各性狀之相關性則不顯著。葉面積及第一穗以下葉片數兩性狀，除了與開花期、吐絲期及第一穗以上葉片數之相關不顯著外，其餘均呈顯著或極顯著相關。稈徑除了與吐絲期及第一穗以上葉片數相關不顯著，及與開花期呈顯著負相關外，與其他六項性狀均呈極顯著正相關。總葉片數除與開花期及吐絲期相關不明顯外，餘爲顯著正相關。開花期與吐絲期間，株高與穗位高間，均呈極顯著正相關。

表 9. 七個自交系之十項性狀間的相關係數

Table 9. Correlation coefficients among ten traits of seven inbreds lines.

Traits	DTF	DTS	PH	EH	SD	AFEL	BFEL	TLN	LA
DTS	0.967**								
PH	−0.217	−0.244							
EH	−0.038	−0.031	0.932**						
SD	−0.558*	−0.502	0.754**	0.737**					
AFEL	0.304	0.239	0.375	0.468	0.280				
BFEL	−0.358	−0.307	0.674**	0.681**	0.800**	0.265			
TLN	−0.215	−0.191	0.704*	0.739**	0.784**	0.546*	0.952**		
LA	−0.312	−0.231	0.707**	0.791**	0.764**	0.101	0.676**	0.619*	
FW	−0.493	−0.548*	0.836**	0.747**	0.833**	0.245	0.644**	0.637*	0.754**

*,** Significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively. (n=14)

四十二個雜交種性狀間之相關係數（表10），趨勢大致與七個自交系所估得者類似，其中較顯然不同的爲：稈徑與吐絲期、株高、穗位高、第一穗以下葉片數、總葉片數及鮮草產量；開花期與穗位高；吐絲期與鮮草產量等性狀之間之相關係數值，在自交系與雜交種 F_1 間，或一爲顯著一爲不顯著，或一爲正相關一爲負相關。

表 10. 四十二個F_1雜種之十項性狀間的相關係數

Table 10. Correlation coefficients among ten traits of forty-two F_1 hybrids.

Traits	DTF	DTS	PH	EH	SD	AFEL	BFEL	TLN	LA
DTS	0.908**								
PH	0.003	−0.100							
EH	0.034	0.000	0.802**						
SD	−0.272*	−0.243*	0.008	0.110					
AFEL	−0.114	−0.205	0.307**	0.138	0.077				
BFEL	0.031	0.034	0.313**	0.340**	0.160	0.138			
TLN	−0.036	−0.080	0.396**	0.323**	0.155	0.638**	0.841**		
LA	−0.078	−0.064	0.322**	0.318**	0.340**	0.118	0.240*	0.245*	
FW	0.002	−0.016	0.701**	0.625**	−0.008	0.151	0.266*	0.285**	0.321**

*,** Significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively. (n=84)

Dhillon *et al*[3]曾指出鮮草產量同時受累加性及非累加性遺傳成份所左右，本試驗資料得到鮮草產量之 GCA 及 SCA 達極顯著水準，GCA/SCA 比值大於 1，結果與其相當一致。RSC2 在七個親本自交系之鮮草產量之 GCA 最大（表 5），其平均鮮草產量亦最高（表 3），可視爲本試驗材料中最具潛力之親本。四十二個 F_1 之鮮草產量以一般組合力較佳之親本 RSC2 及 ICAL210 之正反組合平均最高（表 3），鮮草產量之 SCA，則以 ICAL210×Pi3、SW260×Pi28 及 RSC2×Pi28 等三個異粒型組合最高（表 6），此或因兩自交系本身之產量均極優異，反使其與產量差異甚大之自交系所組成之 F_1 的 SCA 效應不易顯現[1]。

稈徑主要受非累加性遺傳成分控制，與呂等[1]之試驗結果符合，顯示此性狀不易掌握，自交系稈莖之粗細也很難作爲雜交種稈莖粗細之選拔指標。

Helms and Compton[12]及 Yamaguchi[22]認爲具有較高大之植株及較高之穗位其產量較高，本試驗所得結果與其類似。一般而言，較高大之植株其總葉片數相對的較多[17]，本試驗中株高與總葉片數亦呈顯著正相關（表 9，10）。一般認爲，植株高大及穗位較高之雜交玉米容易倒伏或倒折[24]，在本試驗調查中並未發生，此可能係參試之材料均具有抗倒伏特性，或由於試驗期間氣候良好所致。玉米供源的大小是由單株葉面積、總葉片數及與光合速率所共同組成，其中葉片爲最主要之供源器官，葉面積大小能直接影響供源的大小[19,23]。同一品種葉片數之多寡雖會隨著溫度及光週期而改變[14,18]，但同環境下葉片數之多寡主要受品種之控制[21]。許多學者認爲飼料玉米籽粒產量以第一穗以上葉片貢獻較大，因同一植株上不同位置之葉片光合作用能力不同，植株上層的葉片光合作用能力一般大於下層葉片，能產生較多之光合產物供應穗部所需[4]。第一穗以上葉片數雖對飼料玉米籽粒有正相關，但本試驗結果顯示其對青割玉米鮮草產量則無顯著相關性，可能係第一穗以上葉片於乳熟期（solf dought）即開始快速老化，乾物重顯著降低所致。第一穗以下葉片於硬熟期（hard dought）方開始逐漸老化，其乾物重降低並不明顯，故與鮮草產量呈顯著正相關，此與 Genter *et al.*[7]及 Pinter[16]報告相符。

在以產量爲主的育種目標上，飼料玉米僅求籽粒產量之單一性狀的表現，而青割玉米則以整株各部位（stover and ear）之綜合性狀間的平衡，此爲最大之不同點。吐絲期及第一穗以下葉片數兩性狀具有正反交效應，於育種過程中，父母本的選定，宜加謹愼。青割玉米鮮草產量之特定組合力較高的五個 F_1 均屬異粒型組合，馬齒種與硬粒種間之雜種優勢高產模式，應同時適用於飼料與青割玉米，唯某些自交系在同粒型組合，仍可有相當優異的表現。

F_1 組合之鮮草產量與開花期、吐絲期、稈徑及第一穗以上葉片數相關不顯著；然而與株高、穗位高、第一穗以下葉片數、總葉片數、葉面積則呈顯著或極顯著正相關（表10），顯示早熟不一定會造成鮮草產量之低產，此與 Troyer and Hallauer[20]及 Yamaguchi[22]表示早熟種有低產傾向之結論相異，試驗環境及參試材料不同或是原因之一。由於自交系親本及雜交種中，鮮草產量與株高、穗位高、第一穗以下葉片數及葉面積均爲顯著正相關，此類性狀作爲選拔高產青割玉米之參考指標，對提高育種效率應有幫助。

引用文獻

1. 呂宗佳、謝光照、何千里、莊周瑞。1986。馬齒種及硬粒種玉米自交系雜種優勢及組合力之全互交分析。中華農業研究 35：145—164。

2. 蕭柊瓊、劉清。1987。玉米單株葉面積與全株葉面積之簡易估算法。中華農業研究 36：276—282。

3. Dhillon, B.S., P.A. Gurrath, E. Zimmer, M. Wermke, W. G. Pollmer and D. Klein. 1990. Analysis of diallel crosses of maize for variation and covariation in agronomic traits at silage and grain harvests. Maydica 35：297—302.

4. Fairey, N. A. and T. B. Daynard. 1978. Quantitative distribution of assimilation in component organ of maize during reproductive growth. Can. J. Plant Sci. 58 : 709—717.
5. Fairey, N. A. 1980. Hybrid maturity and the relative importance of grain and stover for the assessment of the forage potential of maize genotypes grown in marginal and non-marginal environments. Can. J. Plant Sci. 60 : 539—545.
6. Gallais, A. and M. Pollacsek. 1975. Possibilites selection du mais en tant que plante fourragere. Proceedings 8th Congress of the Maize and Sorgham Secction of Eucarpia, Paris—Versailles. p. 68—76.
7. Genter, C. F., G. C. Jones and M. T. Carter. 1970. Dry matter accumulation and depletion in leaves, stems, and ear of maturing maize. Agron. J. 62 : 535—537.
8. Griffing, B. 1950. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. Genetics 35 : 303—321.
9. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9 : 463—493.
10. Hanway, J. J. and W. A. Russell. 1969. Dry-matter acccumulation in corn (*Zen mays* L.) plants : Comparisons among single-cross hybrids. Agron. J. 61 : 947—951.
11. Hanway, J. J. 1963. Growth stage of corn (*Zea mays* L.) Agron. J. 55 : 145—148.
12. Helms, T. C. and W. A. Compton. 1984. Ear height and weight as related to stalk lodging in maize. Crop Sci. 24 : 923—924.
13. Hunter, R. B. 1986. Selecting hybrids for silage maize production : a Canadian experience. *In* : Breeding of Silage Maize (O. Dolstra and P. Medema, eds.) . pp. 140—146. Pudoc Wageningen.
14. Landi, P. and S. Cunti. 1976. Effect of the sowing date on the performance of various characters in early dent x flint maize hybrids. Maydica 21 : 31—47.
15. McAllocn, A. B. and P. H. Phipps. 1977. The effect of sample date and plant density on the carbohydrate content of forage maize and the changes that occur on ensiling. J. Agric. Sci. Camb. 89 : 589—597.
16. Pinter, L. 1986. Ideal type of forage maize hybrid (*Zea mays* L.) .*In* : Breeding of Silage Maize (O. Dolstra and P. Medema, eds.) . pp. 123—150. Pudoc Wageningen.
17. Rood, S. B. and D. J. Major. 1981. Dillel analysis of leaf number, leaf development rate, and plant height. Crop Sci. 21 : 867—873.
18. Russell, W. K. and C. W. Stuber. 1983. Effects of photoperiod and temperature on the duration of vegetative growth maize. Crop Sci. 23 : 847—850.
19. Tollenaar, M. and R. B. Hunter. 1983. A photoperiod and temperature sensitive period for leaf mumber of maize. Crop Sci. 23 : 457—460.
20. Troyer, A. F. and A. R. Hallauer. 1968. Analysis of a diallel set of early flint varieties of maize. Crop Sci. 8 : 581—584.
21. Warrington, I. J. and E. T. Kanemasu. 1983. Corn growth response to temperature and photoperiod. III. Leaf number. Agron. J. 75 : 762—766.
22. Yamaguchi, J. 1974. Varietal traits limiting the grain yield of tropical maize. II. the growth and yield of tall and short varieties. Soil Sci. Plant Nutr. 20(2) : 145—154.
23. Yamaguchi, J. 1974. Varietal traits limiting the grain yield of tropical maize. Ⅳ. plant traits and productivity of tropical varieties. Soil Sci. Plant Nutr. 20(3) : 287—304.
24. Zuber, M. S. and C. O. Groagan. 1961. A new technique for measuring stalk strength in corn. Crop Sci. 1 : 378—380.

Diallel Analysis of Stem and Leaf Characteristics and Forage Yield in Maize[1]

Chang-Lee Ho, Guang-Jauh Shieh and Hung-Shung Lu[2]

Summary

Seven inbred lines (four flint types and three dent types) and their forty-two single cross hybrids were evaluated for stem and leaf traits and forage yield in field studies conducted in fall of 1992. The analysis of variance for these traits indicated that the mean squares for genotypes were all significant. Results analyzed by Griffing's Method I indicated that estimates of GCA (except for stalk diameter) and SCA (except for leaf number above first ear) were all significant. There were significant reciprocal effects for days to silking and leaf number below first ear. Both additive and nonadditive components were responsible for the expression of these traits (except for stalk diameter and leaf number above first ear). However, additive effects were accounted for major part of the total variation. Estimates of GCA, SCA and potence value across inbred lines, hybrids and kernel type combinations were not consistent. Inbred line RSC2 had the largest positive GCA effect for forage yield. Since the correlations coefficients between forage yield and plant height, ear height, leaf number below first ear and leaf area were significant, these traits may be used as valuable indicators in forage maize breeding program.

Key words : Maize (*Zea mays* L.) , Diallel analysis, General combining ability, Specific combining ability, Potence value.

---

1. Contribution No. 1702 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Assistant agronomist, Assistant agronomist, and Senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

採收期對不同甜菊品系性狀、產量及甜味成分之影響[1]

徐原田[2] 劉新裕[2] 呂秀英[2] 吳懷國[3] 蘇清景[4]

摘要：不同採收期對甜菊之株高、葉長、葉寬、葉厚、分枝數、莖葉鮮重與乾重、乾葉重等性狀，以及甜味成分含量，均有極顯著或顯著之影響效應。五月份採收時有較七月及九月爲佳之性狀表現及較高之莖葉產量，惟甜味成分含量則較低。參試甜菊三品系在株高、葉長、葉寬、乾葉重、莖葉乾重、產量以及甜味成分間之差異顯著。K_2 品系在上述性狀與產量之表現最優，K_2 在三次採收期之乾莖葉總產量高達11.5t/ha，其葉部乾重百分率62.8%亦高居第一。就甜味成分而言，K_2 品系含最高量之 rebaudioside A（RA）、rebaudioside C（RC）及 total steviasugar（TSS）；stevioside（ST）含量則以 K_1 最高；K_3 之 RA/ST 比值最大，且爲 K_1 及 K_2之30.7及2.2倍高。甜菊之品質評估取決於 RA 含量或 RA/ST 比值，故三品系中以 K_2 及 K_3 二品系較具發展潛力。甜菊之產量以乾葉收量爲主，並與葉片大小及葉厚呈現正相關關係，此外，RA含量與 RC 有關，而 RA/ST 比值則與葉厚有顯著正相關關係。

關鍵詞：甜菊、採收期、產量、甜味成分。

甜菊（*Stevia rebaudiana* Bertoni）爲菊科甜菊屬多年生草本植物，原產於南美巴拉圭之Iguacu，爲一種甜味作物。其甘味成分稱爲甜菊糖，多存於植株葉部，花及莖枝中較少。此成分業經證實，甜度約爲蔗糖之三百倍，且不帶苦味，另有爽快甘甜之特色，可用來取代蔗糖及其他化學合成甘味料[10,24,25]。

甜菊糖是一群存在於甜菊之複雜化合物，此類化合物在化學構造上共同具有 diterpene 的配糖體結構，其中 stevioside（以下簡稱 ST）、rebaudioside A（以下簡稱 RA）及rebaudioside C（以下簡稱 RC）爲主，其甜度依次爲蔗糖之120、150、50倍[4]，以 ST 及 RA 之含量較 RC 爲高。惟 ST 因略帶澀味，而 RA 不但甜度特高，爲 ST 之1.3倍，且甜味近似蔗糖，不含澀味及苦味，此外，RA 之水溶性也較 ST 爲佳。如何提高 RA 之含量以及提高 RA/ST 之比值，因比值愈大者品質愈佳，應列爲甜菊育種選拔之優先目標。甜菊糖由於無蔗糖之高熱量，且具熱安定性、非褐變性及非醱酵性，適用於食品加工、飲料及醫藥等方面，應用範圍甚廣。甜菊實爲一種值得開發的特用作物[1,2,14,15,17,19]。

甜菊由野生進入栽培之歷史不長。16世紀時南美洲之土著即採野生之甜菊葉當作甘味料用。Vis 及 Fletcher 曾進行甜菊之栽培試驗，惟因收量低及種子繁殖困難等因素，未能推廣栽培[26]。此期間因化學合成甘味料仍被普遍應用，故對天然甘味料之開發並不積極。惟自1969年美國發表人工化學合

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1703 號。
2. 本所農藝系助理、研究員及副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所農化系助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
4. 正全食品有限公司技術課副課長。臺灣省　南投縣　南投市南崗工業區。

成甘味料如糖精（saccharin）及甜精（cyclamate）等對人體健康有害，且由於蔗糖攝食過多導致影響健康等問題漸被重視，遂引起各國對天然甘味植物開發之極大興趣。日本於1971年自南美引進甜菊，隨即進行選種、栽培及分離甜菊糖等研究，證實甜菊之適應性甚佳及應用範圍很廣，在日本南方之九州、四國及琉球等地一年可採收二次[22]。本省於1974年自日本引進甜菊，由於氣候土宜恰當及栽培技術不斷改進，一年可採收三次以上[6]。

甜菊之植株性狀如下：1. 根鬚狀叢生，長短不一，長度可達40cm，外表灰白色，較屬肉質根，其外觀雖粗胖，惟質地鬆軟，極易斷裂。根系爲淺根性，容易拔出地面，較耐寒而不耐旱，所以田間需經常灌水以保持濕潤。由於根系不耐高溫，地溫如升至34～35°C時，應立即灌水。2. 莖草本直立，可分枝，莖高約80～100cm，高者可達150cm。其外皮青綠，多汁，圓形，中央堅實，可區分主莖及分枝莖。3. 葉形狹長或橢圓，一般爲披針形。葉長4～10cm，寬2.5～3cm，葉緣有淺小之齒狀缺刻。葉部爲甜菊糖之主要分佈所在。甜菊於開花後即不再生出新葉，原有正發育中之葉片漸成細小狹長狀。4. 花白色形甚小，花瓣五片，上端分離，花面直徑約0.18～0.2cm，下端連合成筒狀，長約0.5～0.55cm，雄蕊五枚，雌蕊一枚，柱頭分叉爲二。生育二個月時花蕾即形成，生於小分枝之繖形花序上，開花之順序，由下而上。當花蕾形成後，植株即不再增高。5. 甜菊開花後約一個月種子即成熟，每株種子數可達數千粒，種子細小，千粒重約0.27g。一端有細絨毛，全長約0.4～0.5cm。

在品種選育方面，甜菊係自花不親和性作物之一，集團間因雜交頻繁，致使遺傳因子錯綜複雜，個體間諸形質之差異甚大[5,16,20]。同一個體種植於相異環境，且繼續栽培若干年後，可成立特性各異之若干新系統，經利用莖枝扦插或壓條等無性繁殖方法，可固定優良性狀，及選育優良品系。有關甜菊品種改良之選育目標有二，一爲選育對日照較不敏感之晚生品系，促使其不開花或少開花，俾增加植株之葉數，或加大葉形，以增產量。二爲選育葉部高甜菊糖及 RA/ST 比率較高之品係。依據此二選育目標，本所利用甜菊實生苗篩選得到甜寶1號（K_1）品系，另自南投縣正全公司引進甜寶 2 號（K_2）甜寶 3 號（K_3）二品系，並已進行多年觀察與比較試驗。

本省有關甜菊之試驗資料除了臺大前臺北區農業改良場與臺灣糖業研究所外[1,3a-8]，文獻不多，急待補充。本研究探討不同採收期對上述甜菊三品系之生長性狀、產量及甘味成分含量之影響，所得結果將供進一步育種、栽培與生產之參考。

材料與方法

一、材　料：參試甜菊計有三品系，即甜寶 1 號（K_1）、甜寶 2 號（K_2）及甜寶 3 號（K_3）。

二、方　法：

甜菊三品系利用莖枝扦插繁殖後，每品系種植之小區面積爲2.4m^2，3 重複，採用逢機完全區集設計，行株距爲30×25cm，每穴植一株。由於甜菊於定植後 2 個月即可採收[6,7]，於每年 3 月定植，至 5 月時可行第一次採收，以後每隔二月採收一次，至 9 月時採收第三次止，可年收三次以上。試驗地點爲本所農場，試驗區之土質資料爲：pH　5.1，有機質1.88%，有效磷24.88ppm，及有效鉀64.1 ppm。施肥方式及用量如下：於 3 月定植後第二週及第一與第二次採收後之第二週各施年肥量三分之一，每公頃年肥料用量爲 N 200kg、$P_2O_5$200kg 及 K_2O 240kg。調查項目如下：株高、葉長、葉寬、葉厚、分支數、莖葉鮮重(FWSL)、乾葉重(DWL)及莖葉乾重(DWSL)。甜味品質之分析項目如下：stevioside（ST）、rebaudioside-A（RA）、rebaudioside-C（RC）、rebaudioside-A 與 stevioside 之比率(RA/ST)及 total stevia sugar(總甜菊糖，TSS)之含量。

採收適期及方法：據文獻指出[9,11]，甜菊在開花時葉片含 steviosides 最高，故以每次開花初期（約⅓已開花）進行採收。採收時爲促進再生，以留存株高約 5～10cm 爲度[11,12,13a,13b]。

烘乾與剝葉：甜菊採收後置於電氣定溫烘乾機中，以70°C烘乾約一天，至乾葉用手指壓捏即碎程度，此時其水分含量已降至10%左右[4]；取出行剝葉使與莖枝分開並秤重，之後甜菊葉經粉碎機粉碎至40mesh 之粉末，供作成分分析樣品。

成分分析：秤取經烘乾之甜菊粉樣品10g，放入濾紙套筒內，裝入 Soxhlet 脂肪抽出器，以 CCl_4 去脂至萃取液不呈淡黃色爲止。取出濾紙套筒，經風乾後，再裝入抽出器，以甲醇連續萃取 6 小時，將萃取液移入50ml 量瓶，並以甲醇稀釋至50ml 刻度備用(3a,3b,4,6,7,18)。之後利用高性能液相色析儀（High Performance Liquid Chromatograph, Water Associate ALC/GPC-244型）分析定量(8,10,21,23)。

甜菊糖細部成分標準品購自日本南亞興業株式會社，先配成1mg/ml stevioside、rebaudioside A 及 rebaudioside C 標準品水溶液，分析前先依需要適度稀釋至濃度0.02mg/ml 至0.1mg/ml。使用之 column 爲μ-Bondapack/Carbohydrate column，30cm×4.0mm I. D., 移動相爲 acetonitrate：water＝85：15（V/V），流速爲2.0ml/min，而以 R. I. detector 檢測，先求得標準曲線，再以之進行定性與定量分析。

結果與討論

本試驗進行期間（1990年 3～9 月）之氣象資料列於圖 1（本所農業氣象研究室提供）。由圖 1 可知，開始定植甜菊之三月平均溫度在20°C以下，第一次採收之五月之平均溫度約爲25°C，第二次採

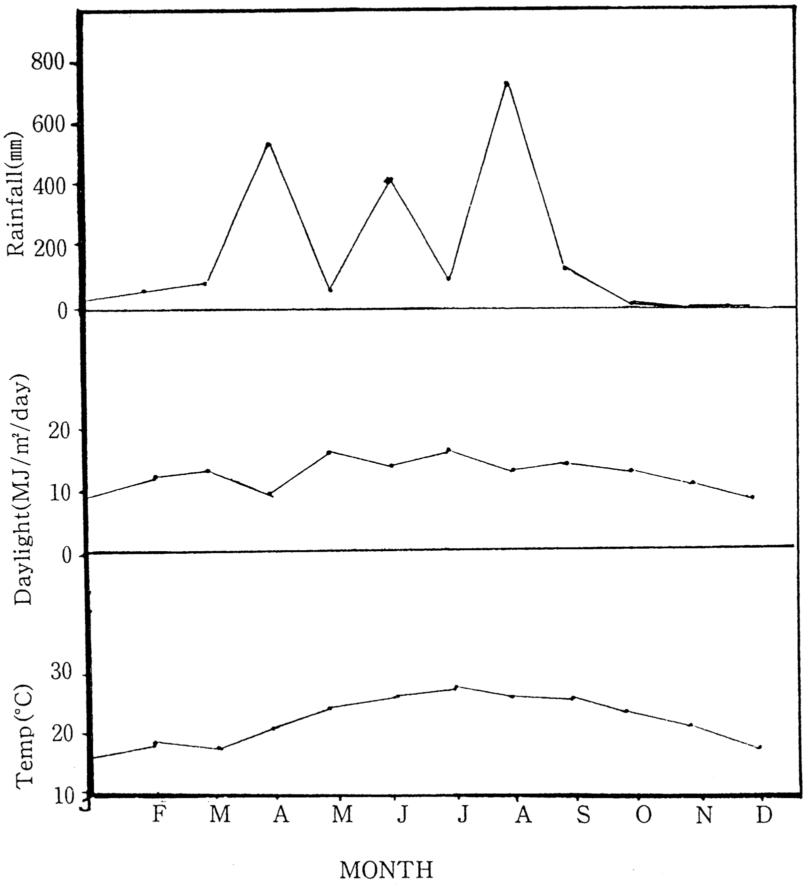


圖 1. 臺中地區1990年之氣象變化圖

Fig. 1. The variation of climate at Taichung area in 1990.

收之七月平均溫度達28°C左右，第三次採收之九月平均溫度爲27°C左右，三次採收時以七月份氣溫最高，九月份又較五月爲高。三次採收期之月平均日照量亦以七月較多，五月次之，九月較少，惟差異不大。在月平均雨量方面，以九月採收之生長期平均雨量多於五月，五月又多於七月。七月份採收之甜菊經歷最高最高溫度、最大日照及最少雨量。五月或九月採收之甜菊則經歷最低溫度（五月）或最大雨量（九月）之氣候特色（圖 1）。甜菊之生長深受氣溫及日照之影響，秋與冬季由於氣溫低且日照短，甜菊極易開花且生長速率緩慢。春與夏季由於氣溫高、日照長且雨量較多，生長速率較快，採收量較高[6,7,11]。故本試驗選定於三月定植，而於五月、七月及九月三時期進行採收。

三次不同採收期對甜菊農藝性狀之變方分析結果列如表 1。由表 1 之資料可知，甜菊品系間之株高、葉長、葉寬、乾葉重及莖葉乾重之差異極大，分別達顯著或顯著水準。不同採收期對甜菊株高、葉長、葉寬、葉厚、分枝數、莖葉鮮重、莖葉乾重及乾葉重等性狀均有極顯著或顯著之影響效果。惟不同品系與不同採收期間並無明顯交感效應（表 1）。

表 1. 不同採收期對甜菊農藝性狀之變方分析

Table 1. Analysis of variance of agronomic characters of stevia lines subjected to different harvesting dates

S. O. V.	D. F.	Mean Square							
		Plant height	Leaf			Tiller number	Fresh wt.	Dry wt.	
		(cm)	length (cm)	width (cm)	thickness (mm)	(No/pl)	stem+leaf (g/pl)	leaf (g/pl)	stem+leaf (g/pl)
Block (R)	3	2.7456	0.2488	0.0526	0.0018	15.0077	1425.9	14.9640	24.6818
Line (K)	2	36.1219**	0.3447**	0.2748**	0.0017	5.3378	1325.8	50.1553*	43.0003*
Error (a)	6	3.5897	0.0099	0.0155	0.0010	3.1919	598.8	7.7090	12.0129**
Harvesting date (T)	2	454.8064**	9.3934**	0.6206**	0.0016*	306.1078**	2211.1**	125.4686**	2821.6469**
K×T	4	8.1344	0.0851	0.0120	0.0001	10.9603	386.1	2.0428	4.8982
Error (b)	18	11.4678	0.1314	0.0292	0.0004	13.2235	335.2	7.6584	14.8056

*，** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

針對不同品系間或不同採收期對甜菊性狀之影響結果列於表 2。由表 2之資料可知，就株高而言，於 5、7 及 9 三個月份採收之甜菊三品系間皆以 K_2 之株高較高，分別53.88cm、43.95cm 及44.65 cm，平均爲47.49cm，顯著高於 K1 之44.95cm 及 K_3 之44.18cm，後二品系平均株高間之差異不顯著；三次採收期中以 5 月採收之株高最高，7 月採收者最矮，9 月採收者介於 5 及 7 月之間，7 月採收時正值高溫期（圖 1），對株高之影響較爲不利。對葉長而言，品系間亦以 K_2 之表現較佳，其平均葉長爲4.75cm，顯著長於 K_1 之4.44cm 及 K_3 之4.48cm，後二者間差異不顯著；不同採收期中以 5 月採收時之葉長表現較 7 月及 9 月爲佳。就葉寬而言，品系間以 K_2 之1.70cm之表現較佳，明顯寬於 K_1 之1.58cm及 K_3 之1.40cm；不同採收期間亦以 5 月採收者較佳，其次爲 7 月及 9 月。就葉厚而言，則以 K_3 之表現較佳，其平均葉厚爲0.20mm，雖較厚於 K_2 之0.18mm 及 K1 之0.17mm，但三品系間之差異不顯著；不同採收期對葉厚之影響似乎不大。就分枝數而言，K_1 之平均分枝數達11.33支，較 K_2 之10.63支及 K3 之9.99支爲多，惟三者之差異不顯著；不同採收期中以 5 月份採收之分枝數約 5 支爲最少，而以最高溫之 7 月份最多，分枝數達 5 月份之三倍量，9 月份之分枝數亦達11支左右。在單株莖葉鮮重方面，品系間以 K_2 之表現較佳，其平均單株莖葉鮮重爲115g，較 K_3 及 K_1 之97.5g 及95.8g 略高，但差異未達顯著水準；不同採收期中以 5 月份採收之莖葉鮮重較 7 月及 9 月採收者爲佳，採收期之間差異達極顯著水準。在單株乾葉收量方面，品系間之差異顯著，以 K_2 平均單株乾葉重之18.15g 爲最高，K1 之14.07g 最輕，差異顯著，K_3 之16.29g 介於其中；不同採收期中以 5 月份之單株乾葉收量最大，7 月份者次之，9 月份之收量最少，三次採收期間之差異達極顯著水準

。在單株莖葉乾重方面，品系間之差異達顯著水準，以 K_2 之28.83g 最高，K_1 之25.08g 最低，K_3 之26.95g 介於其中；不同採收期中以 5 月份之收量較高，7 月份次之，9 月份最低，三次採收期間之差異極爲顯著（表 1 及表 2）。

表 2. 不同採收期對甜菊農藝性狀與產量之影響

Table 2. Effect of different harvesting dates on the agronomic traits and yield of stevia lines

Line	Harvesting date			Mean
	May, 1990	July, 1990	Sept, 1990	
	A. Plant height (cm)			
K_1	51.30^{a}*	39.55^{a}	44.00^{a}	44.95^{b}
K_2	53.88^{a}	43.95^{a}	44.65^{a}	47.49^{a}
K_3	52.48^{a}	39.55^{a}	40.50^{b}	44.18^{a}
	B. Leaf length (cm)			
K_1	5.19^{a}	4.45^{b}	3.68^{a}	4.44^{b}
K_2	5.56^{a}	4.92^{a}	3.77^{a}	4.75^{a}
K_3	5.47^{a}	4.47^{b}	3.49^{a}	4.48^{b}
	C. Leaf width (cm)			
K_1	1.79^{ab}	1.50^{a}	1.46^{a}	1.58^{b}
K_2	2.03^{a}	1.56^{a}	1.51^{a}	1.70^{a}
K_3	1.65^{b}	1.29^{b}	1.27^{a}	1.40^{b}
	D. Leaf thickness (mm)			
K_1	0.19^{a}	0.18^{a}	0.16^{a}	0.17^{a}
K_2	0.18^{a}	0.19^{a}	0.17^{a}	0.18^{a}
K_3	0.20^{a}	0.20^{a}	0.19^{a}	0.20^{a}
	E. Tiller (No/pl.)			
K_1	4.30^{a}	18.53^{a}	11.15^{a}	11.33^{a}
K_2	5.08^{a}	15.13^{ab}	11.08^{a}	10.63^{a}
K_3	5.15^{a}	13.53^{b}	11.30^{a}	9.99^{a}
	F. Fresh wt. (g/pl) of leaves and stems			
K_1	11.750^{ab}	90.00^{a}	80.00^{a}	95.83^{a}
K_2	135.00^{a}	100.00^{a}	110.00^{a}	115.00^{a}
K_3	102.50^{b}	90.00^{a}	100.00^{a}	97.50^{a}
	G. Dry wt. (g/pl) of leaves			
K_1	17.25^{a}	13.93^{b}	11.03^{a}	14.07^{b}
K_2	21.85^{a}	18.38^{a}	14.23^{a}	18.15^{a}
K_3	18.58^{a}	17.20^{a}	13.10^{a}	16.29^{ab}
	H. Dry wt. (g/pl) of leaf and stem			
K_1	29.80^{a}	26.65^{a}	18.80^{b}	25.08^{b}
K_2	33.13^{a}	30.40^{a}	22.95^{a}	28.83^{a}
K_3	29.63^{a}	28.43^{a}	22.80^{ab}	26.95^{ab}

* Means followed by the same letter within the column of each trait are not significantly different at 5% level by the LSD test.

不同採收期對甜菊不同品系莖葉產量之影響結果列如表 3。由表 3 可知，品系間經三次採收鮮莖葉總產量以 K_2 之45.9t/ha 爲最高，其次爲 K_3 之38.9t/ha及K_1 之38.2t/ha。品系間乾莖葉總產量亦以 K_2 之11.5t/ha，較 K_3 之10.8t/ha 及 K_1 10t/ha 爲高。就不同採收期而言，5 月份採收之鮮莖葉產量皆較 7 月份及9 月份爲高，而 7 月份之產量與 9 月份者比較，則高低互見。就乾莖葉產量而言，則皆以 5 月份採收者爲最高，7 月份次之，而以 9 月份之產量最低（表 3）。

表 3. 不同採收期對甜菊品系間莖葉產量之影響

Table 3. Effect of different harvesting dates on the yield of leaf and stem under fresh or dry weight basis among stevia lines

Line	Harvesting date	Fresh wt. (kg/ha)	Dry wt. (kg/ha)
K_1	May, 1990	15,627	3,963
	July, 1990	11,970	3,544
	Sept, 1990	10,640	2,500
	Total	38,237	10,007
K_2	May, 1990	17,955	4,406
	July, 1990	13,300	4,043
	Sept, 1990	14,630	3,052
	Total	45,885	11,501
K_3	May, 1990	13,632	3,940
	July, 1990	11,970	3,781
	Sept, 1990	13,300	3,032
	Total	38,902	10,753

將不同採收期採收之三品系莖葉分別計量，所得到之部位比率列於表 4。由表 4結果可知，K_2 及 K_3 二品系之葉部比率高於 K_1，三品系於三次採收之平均葉部比率依次爲62.8%、60.2%及56.3%，因甜菊之利用部位主要爲葉，故 K_2 及 K_3之葉部收量與利用效益將大於 K_1。K_2 及 K_3 二品系於 5 月份採收之葉部比率均較高於 7 月及 9 月份，惟 K_1 則以 9 月份採收者較高，5 月份略次之(表 4)。

表 4. 甜菊收穫莖與葉部乾重百分率之比較

Table 4. Comparison on partition rate (%) of stem and leaf under dry weight basis at three harvesting dates among stevia lines

Line	Harvesting date	Stem (%)	Leaf (%)
K_1	May, 1990	42.1	57.9
	July, 1990	47.7	52.3
	Sept, 1990	41.3	58.7
	Average	43.7	56.3
K_2	May, 1990	34.1	65.9
	July, 1990	39.5	60.5
	Sept, 1990	38.0	62.0
	Average	37.2	62.8
K_3	May, 1990	37.3	62.7
	July, 1990	39.5	60.5
	Sept, 1990	42.6	57.4
	Average	39.8	60.2

不同採收期對甜菊三品系甜味成分含量之變方分析結果列如表 5。由表 5資料可知，品系與採收期二主效應及品系與採收期之交感效應均呈極顯著或顯著反應，顯示品系及採收期將同時明顯影響其 ST、RA 與 RC 等甜味成分含量。據三橋博等之研究，甜菊在剛開花時葉部所含stevioside 最高[9]，亦即甜菊開花時立即採收爲宜。不同採收期對甜菊味成分之影響結果列於表表 6，由於不同品系之甜味成分在不同採收期之表現並不一致，就 ST 含量而言，品系間以 K1之平均含量最高，達3.87%，顯著高於 K_2 之2.08%，K_3 之含量明顯較低，只爲0.88%；在三次採收期中，皆以 7 月或 9 月較 5 月爲高，惟 K_2 在 5 月份採收時 ST 含量與 K_1間之差異不顯著。就 RC含量而言，品系間以 K_2 之平均含量0.77%爲最高，其次爲 K_3 之0.53%，K_1 之含量最低，只爲0.29%，三品系間之差異明顯；在三次採收期中，K_1於 7 月採收期之之含量較 9 月及 5 月爲高，K_2 及 K_3 二品系之 RC 含量則隨採收期而逐次增高，以 K_2 爲例，9 月份採收之含量1.27%，依次約爲 5 月及 7 月份之5.08倍及1.63倍；K_3 於 9 月份採收時之 RC 含量亦爲 5 月及 7 月份之4.22倍及1.13倍。就 RA 而言，品系間以 K_2 之平均含量最高，達4.34%，其次爲 K_3 之4.05%，此二品系間差異不明顯，但皆較 K_1 之0.59%顯著提高；在不同採收期中，三品系皆以 7 月份採收者 RA 含量較高，其次爲 9 月份，而以 5 月份最低。就 RA/ST 比值之比較結果，品系間以 K_3 之4.6顯著較 K_2 之2.1及 K_1 之0.15爲高，後二者之水準亦達顯著差異；在不同採收期中，K_3 及 K_2 於 7 月份之比值皆較 5 月及 9 月爲高，此時期 K_3 之比值高達6.14。就總甜菊糖而言，品系間以 K_2 之7.19%最高，其次爲 K_3 之5.46%，而以 K_1 之4.75%爲最低，三品系間之差異明顯；在不同採收期中，K_1 雖於 5 月份與 K_2 及 K_3 之差異不明顯，但在 7 月採收期之增幅不及 K_2及 K_3，K_2 於 7 月份之總甜菊糖高達9.63%，爲三品系之冠，爲 5 月份之4.32倍，且於 9 月份仍持續上升，達9.7%，此時期 K_1 及 K_3 之含量則不升反降。由上述結果可知，甜菊中主要成分含量之高低與品系間生育狀態及採收期之溫度有關，此與片山脩等研究結論相符[11]。

表 5. 不同採收期對甜菊甜味成分含量之變方分析

Table 5. Analysis of variance of sugar components of stevia lines subjected to different harvesting dates

S. O. V.	D. F.	Mean Square				
		Stevioside (%)	Rebaudioside C (%)	Rebaudioside A (%)	Reb. A/st	Total stevia-sugar
Block (R)	3	0.5536	0.1076	0.3239	0.0881	2.2051
Line (K)	2	27.1090**	0.6723**	52.1192**	68.5820**	18.4455**
Error (a)	6	0.2266	0.0263	0.1434	1.0700	0.1464
Harvesting date (T)	2	25.2786**	1.2103**	37.1995**	5.3483*	139.7856**
K×T	4	2.7360**	0.1825**	9.0945**	3.7036**	5.3674**
Error (b)	18	0.3260	0.0365	0.3560	1.1000	1.0713

*,** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

表 6. 不同採收期對甜菊甜味成分之影響

Table 6. Effect of different harvesting dates on the sugar components among stevia lines

Line	Harvesting date			Mean
	May, 1990	July, 1990	Sept, 1990	
		A. ST (%)		
K_1	1.36[a]*	5.16[a]	5.08[a]	3.87[a]
K_2	0.75[ab]	2.55[b]	2.95[b]	2.08[b]
K_3	0.24[c]	1.01[c]	1.39[c]	0.88[c]
		B. RC (%)		
K_1	0.10[b]	0.46[a]	0.32[c]	0.29[c]
K_2	0.25[a]	0.78[a]	1.27[a]	0.77[a]
K_3	0.18[ab]	0.67[a]	0.76[b]	0.53[b]
		C. RA (%)		
K_1	0.56[b]	0.64[b]	0.58[c]	0.59[b]
K_2	1.23[ab]	6.30[a]	5.48[a]	4.34[a]
K_3	1.25[a]	6.20[a]	4.70[b]	4.05[a]
		D. RA/ST		
K_1	0.41[b]	0.12[c]	0.11[c]	0.15[c]
K_2	1.64[b]	2.47[b]	1.86[b]	2.09[b]
K_3	5.21[a]	6.14[a]	3.38[a]	4.60[a]
		E. Total steviasugar (%)		
K_1	2.02[a]	6.26[c]	5.98[b]	4.75[c]
K_2	2.23[a]	9.63[a]	9.70[a]	7.19[a]
K_3	1.67[a]	7.88[b]	6.85[b]	5.46[b]

* Means followed by the same letter within the column of each component are not significantly different at 5% level by the LSD test.

甜菊性狀與甜味成分之相關分析結果列如表 7。株高愈高葉片愈大，莖葉鮮重可望提高，但分枝數變少及總甜菊糖量將降低。葉長與葉寬、乾葉收量及乾莖葉收量有正相關關係。葉寬與莖葉鮮重及乾葉收量有正相關，但與總甜菊糖量爲負相關。葉厚與莖葉乾重及 RA/ST 比値有正相關，但與 ST 含量爲負相關。ST 含量與葉厚及乾葉重有顯著負相關關係，葉片愈厚及乾葉收量愈大者，其 ST 含量將愈少。RC 與 RA 間有正相關關係，此二成分同爲總甜菊糖含量之影響因子，ST 含量似乎對總甜菊糖之影響不大。RA/ST 比値與葉厚呈現正相關關係，與 ST 之含量爲負相關。總甜菊糖含量與乾葉重間並無明顯關係，只與分枝數有正相關關係，顯示乾葉收量愈高，未必其總甜菊糖含量將會提高。由上述結果可知，甜菊乾葉收量深受葉片大小影響，而 RA/ST 比値深受葉厚影響。

表 7. 甜菊性狀與甜味成分之相關分析

Table 7. Correlation analysis among different traits and sweet components of stevia lines

Item	Leaf length	Leaf width	Leaf thickness	Tiller	FWSL	DWL	DWLS	ST	RC	RA	RA/ST	TSS
Pl. height	0.75*	0.88**	0.20	-0.89**	0.74*	0.66	0.54	-0.52	-0.57	-0.50	-0.03	-0.78*
Leaf lengh		0.78*	0.59	-0.52	0.58	0.90**	0.92**	-0.54	-0.61	-0.33	0.19	-0.66
Leaf width			0.05	-0.65	0.81**	0.71*	0.65	-0.29	-0.53	-0.53	-0.30	-0.67*
Leaf thickness				-0.24	0.23	0.66	0.71*	-0.81**	-0.17	-0.30	0.81**	-0.24
Tiller					-0.66	-0.48	0.34	-0.66	-0.54	-0.42	-0.14	0.78*
FWSL						0.72*	0.64	-0.58	-0.15	-0.13	-0.07	-0.47
DWL							0.95**	-0.71*	-0.31	-0.02	0.37	-0.45
DWLS								-0.62	-0.37	-0.03	0.30	-0.44
ST									0.17	-0.21	-0.72*	0.42
RC										0.82**	0.09	0.89**
RA											0.50	0.79*
RA/ST												0.01
TSS												

*,** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

引用文獻

1. 朱振華、鄭鼎鐘。1976。甜菊栽種初步報告。臺灣糖業研究所。研究彙報 74：1—13。

2. 徐原田。1979。可取代糖精的甘味甜菊。農友 29(18)：41—42。

3a. 黃士安、張爲憲。1979。甜菊糖提煉方法之研究。1. 使用活性碳從甜菊水抽出液中分離回收甜菊糖之可行性。食品科學 6(2)：82—90。

3b. 黃士安、張爲憲。1979。一種快速簡易的總甜菊糖呈色定量水蛭。食品科學 6(2)：82—90。

4. 張粲如、鄭丹楓、張爲憲。1981。採收後甜菊莖葉中甜菊糖成分之變化研究。科學發展 9(9)：775—782。

5. 陳貴、張粲如。1978。甜菊品系分類與成分之研究。1. 甜菊品系之調查。國立臺灣大學農學院研究報告 18(2)：36—46。

6. 陳貴、張粲如、陳水田。1978。甜菊之栽培與 Stevioside 季節變化之研究。中國園藝 24(1)：34—42。

7. 陳貴、湯雪蘭、張粲如、張爲憲。1979。甜菊之栽培與 Stevioside 含量季節變化之研究。食品科學 6(1)：8—13。

8. 陳文松、葉清士。1987。應用高壓液體層析儀檢定 Stevioside 的初步報告。臺灣糖業研究所彙報 79：48。

9. 三橋博、上野純子、住田哲也。1975。Stevia rebaudiana Bertoniの栽培研究。Steviosideの定量とついて。日本藥學雜誌 95 (1) ：127—130。

10. 三橋博。1975。新甘味料ステビアサイドの抽出精製法と特性の檢討に關する研究。農林水產業特別試驗研究補助金による研究報告書。北海道大學藥學部。121—136頁。

11. 片山脩、住田哲也、林紘司、三橋博。1975。ステビア實用化と研究開發データ。アイ。エス。コ (ISU) 株式會社。20—27頁。

12. 石間紀男、片山脩。1974。甘味物質 Steviosideの官能的性質。食品總合研究所報告 31：80—84。

13a. 加藤一郎、片山正。1975。四國地域におけるステビアの栽培に關する研究。第一報四國地域への適應性。日本四國農業試驗場。29—32頁。

13b. 加藤一郎、片山正。1975。四國地域におけるステビアの栽培に關する研究。第九報四國地域における栽培耕種

基準。四國農業試驗場。75—77頁。

14. 宇都宮隆。1977。天然甘味料ステビアの栽培法。農業および園藝 52（4）：543—547。
15. 住田哲也。1972。ブラジル國から導入したわが國における新甘味資源作物 Stevia rebaudiana Bertoni M.に關する報告。北海道農業試驗場研究資料 2：21—29。
16. 住田哲也。1976。Stevia 調查集團における葉形の分類。（ISU）株式會社。82頁。
17. 住田哲也。1975。新甘味資源作物ステビアの導入と試驗研究の動向。農業および園藝 52（1）：143—148。
18. 坂本征則、神田博史、林上圓子、田中治。1975。Stevioside の定量法の研究。日本藥學雜誌 95：1507—1510。
19. 松實成忠。1974。甘味源としての「ステビア」をめぐるわが國の現狀と問題點。食品工業 10：60—64。
20. 高柳。1974。ステビアに關する試驗成績概要書。農林省農業技術研究所。（ISU）株式會社 88頁。
21. 阿部公昭、園部勝。1977。ステビオサイドの食品工業への利用。New Food Industry 19（1）：67—72。
22. 農林省四國農業試驗場。1975。ステビアに關する試驗成績概要書。97—98頁。
23. Bell, F. 1954. Stevioside：A unique sweetening agent. Chemistry and Industry 17：897—898。
24. Farnsworth, N. R. 1973. Current status of sugar substitutes, Conmetics and perfumery. P.88.
25. Samaniego, C. C. 1946. Stevia rebaudiana, "CAA' JHEHE" (Yerba dulce). Revista Farmaceutica 88：199—202.
26. Uis, E. and Fletcher, H. 1956. Stevioside. J. A' ner, chem. SOC. 78：4709—4710.

Effects of Harvesting Dates on the Characteristics, Yield, and Sweet Components of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) Lines[1]

Yuan-Tyan Shyu[2], Sin-Yie Liu[2], Hsiu-Ying Lu[2], Whi-Koa Wu[3] and Chin-Gin Su[4]

Summary

Three lines of stevia (K_1, K_2 and K_3) and three harvesting dates (May, July and September, 1990) were tested in combination for their effects on the growth, yield and quality of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Experimental results indicated that highly significant or significant effect of different harvesting dates was recorded on plant height, leaf length, leaf width, leaf thickness, tiller number, fresh and dry weight of stems and leaves, dry leaf weight and content of sweet components. Effect of different lines was also significant on plant height, leaf length, leaf width, dry leaf weight, dry weight of leaves and stems, yield and content of sweet components. Field and chemical analysis indicated the superior performance of K_2 by its better characteristics, yield and higher contents of rebaudioside A (RA) ,rebaudioside C (RC) and total stevia sugar (TSS) as compared to the other two lines. However, K_1 had a higher content of stevioside (ST) and K_3 possessed a higher ratio of RA/ST, which was 30.7 and 2.2times higher than that of K_1 and K_2, respectively. Because the content of RA and the ratio of RA/ST are the current criteria for stevia quality, it was suggested that K_2 and K_3 were the most promising lines for future usage. Correlation analysis showed that dry leaf yield was correlated with leaf size and leaf thickness, the content of RA was correlated with RC, and RA/ST ratio was highly correlated to leaf thickness.

Key words : Stevia (*Stecia rebaudiana* Bertoni) , Harvesting date, Yield, and Sweet component.

---

1. Contribution No. 1703 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Assistant, Senior agronomist, Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Assistant, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan, ROC.
4. Deputy chief of technical section, Cheny-chien Co, LTD. Nantou, Taiwan, ROC.

臺灣白及之組織培養

I. 種子成熟度及前處理對種子萌芽與小苗發育之影響[1]

林郁進[3]　陳忠川[3]　葉豐次[3]　邱年永[3]　蔡新聲[2]

摘要：臺灣白及〔*Bletilla formosana* (H.) S.〕係臺灣固有植物，種子於自然狀態下不易萌芽，且傳統分芽繁殖法速度極爲緩慢，致產量不足，無法供爲藥用。本研究以臺灣白及種子進行無菌播種，期能誘導種子萌芽並提高萌芽率，建立大量繁殖之模式，結果發現臺灣白及各種成熟度之果莢，以發育至魚雷前期之種子萌芽率最佳且小苗生長快速；在2,000 lux光照下，3％雙氧水預措處理種子5分鐘，可使種子提早萌芽並提高萌芽率至98%。4°C低溫前處理種子與培養基中添加活性碳均無益於種子萌芽。

關鍵詞：臺灣白及、組織培養、種子萌芽率。

白及著錄於神農本草經，列爲草部下品，以後歷代諸家本草皆有收載與增著，並延用迄今之重要藥材之一；本經云白及主癰腫惡瘡、敗疽傷陰死肌、胃中邪氣、賊風鬼擊、痱緩不收[3]。近代藥理學研究更顯示，白及具有止血、抗炎與抗肝腫瘤之作用，主治肺炎、肺結核及胃、十二指腸潰瘍等疾病。

臺灣白及［*Bletilla formosana* (H.) S.］係臺灣固有蘭科（Orchidaceae）、白及屬（*Bletilla*）之多年生草本植物，與白及（*Bletilla striata*）爲同屬植物，亦可採其塊莖乾燥後視爲白及藥材使用。因產量不豐，復因屢被採摘爲園藝觀賞用，野生今已不多見，故罕被入藥用。白及傳統上皆賴塊莖分割法繁殖，速度極爲緩慢，致產量不足，無法大量生產以供藥用，故白及藥材自來皆仰賴進口以供市場所需。爲開發省產藥材與因應園藝資源之供需，研究利用組織培養大量繁殖臺灣白及有其必要。

本研究之目的爲探討臺灣白及胚之成熟度與萌芽能力關係，並了解種子之前處理對萌芽與小苗發育之影響，以建立臺灣白及種子無菌播種模式。

材料與方法

一、材　料

本研究使用之材料，係白及之同屬植物臺灣白及［*Bletilla formosana* (H.) S.］（圖1.），經人工自花授粉後之未成熟果莢（圖2.）

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1704號。
2. 本所農藝系研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 中國醫藥學院中國藥學研究所研究生、副教授、副教授、技正。臺灣省　臺中市。

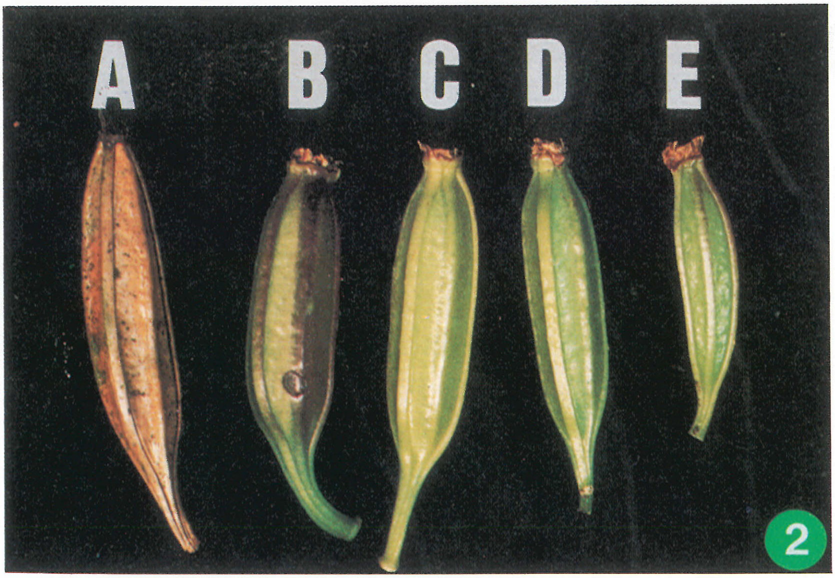


圖1.　野生之臺灣白及。

圖2.　臺灣白及不同成熟度果莢。自花受粉後約（A）90（B）75（C）60（D）45及（E）30天。

Fig. 1.　Wild-grown plant of *Bletilla formosana*

Fig. 2.　Outward appearance of different maturity capsule of *B. formosana* after self-fertilization for (A) 90 (B) 75 (C) 60 (D) 45 and (E) 30 days.

二、方 法

(一)果莢之消毒與種子播種

將果莢以清水洗淨，先以70%酒精消毒３分鐘，再用0.5%次氯酸鈉溶液，配合手振盪消毒10分鐘以加強效果後，移至無菌接種箱中，以無菌水清洗三次，再持刀片剖開果莢，挑取種子實施無菌播種，剩餘種子則以石蠟包埋法並用 Hematoxylin 染色，製作10μ厚度之永久切片觀察。另將未消毒種子播種於蛇木屑與蛭石之混合植材中，置於室外，同步觀察其萌芽情形。

(二)培養基的配製

本研究使用之培養基其含有成分為 Murashige & Skoog (1962) (MS)[18]之無機鹽類，添加３% sucrose、3mg/l BA、0.2mg/l NAA、20%椰子汁、2g/l peptone、40mg/l adenine sulfate、3g/l 活性碳及0.8%agar 之固體培養基。培養基於加入 agar 前，先用１NNaOH 或 HCl 將 pH 值調至5.7±0.1，再以121°C、15 lb/in^2 (1.05kg/cm^2) 之高溫高壓滅菌15分鐘後，每根試管 (25×150mm) 內放置10ml 培養基，擺成長斜面放冷備用。

(三)培養環境：將接種後之材料置於25±1°C之恆溫，以2,000 lux之光強度，每日光照16小時下培養。

(四)種子播種法：成熟度試驗中，種子分別來自五種不同成熟度果莢，其它試驗則以成熟度試驗之最佳結果為材料。用接種環將種子以散佈方式平均播種，每試管內約有100～150個種子，每一處理均有10根試管以上之重複數。

(五)種子發育時期之區隔：為方便調查多種處理對種子萌芽之效果，將白及種子之早期發育時期區分為如表１所示的七個時期。

表1. 臺灣白及種子萌芽與小苗發育之分期

Table 1. Developmental stages in seed germination and seedling growth of *B. formosana*

0	Seed germination
	a. Embryo swelling inside the coat and turning green.
	b. Papillá formed and extruded out of seed coat.
1	Embryo burst out of the seed coat and formed a protocorm with a pointed vegetative apex.
2	Protocorm with 1st leaf initiation and stomata formed under apex. Apex length is between 0.2～0.5 mm.
3	Protocorm with 1st leaf. Apex length is between 0.5～2.0 mm.
4	Protocorm with 1st leaf. Apex length is more than 2.0 mm.
5	Protocorm with 2nd leaf formed. Leaf length is smaller than 0.5 mm.
6	Protocorm with 2nd leaf formed. Leaf length is larger than 0.5 mm.

(六)統計分析法：各處理間之比較，係以 Duncan's 多變域測定法 (multiple range test) 測定其差異性。

結 果

一、種子成熟度對種子萌芽率與小苗發育之影響

臺灣白及授粉前子房呈淡綠色略帶紫色，經自花授粉後轉為綠色，顏色逐漸加深且快速膨大，圖２顯示多個發育時期之果莢外形；白及雖為單子葉植物，但其發育過程卻與雙子葉植物頗為類似，即

胚之發育成熟度約可分爲球形期（globular shape stage），心臟前期（early-heart shape stage），心臟末期（late-heart shape stage），魚雷前期（early-torpedo shape stage）與魚雷後期（late-torpedo shape stage），本文爲敍述上之便，而以上述五種時期作爲不同成熟度種子之指標。授粉後約30天，果莢長與寬之比例雖已穩定，但仍十分瘦小不夠飽滿，此時種子呈白色，種皮已形成，內部胚發育成球形，細胞核明顯，細胞大小約略相等但偶有空胞，（表1；圖3）；授粉後45天，果莢漸飽滿，仍爲深綠色，種子微呈黃白色，細胞質較球形期時濃密，胚細胞數增多且緊密，顯已分裂至心臟前期；授粉後60天，果莢由一側開始變黃，種子黃色，胚細胞呈兩極分化，頂端（antherior）細胞較小但細胞核明顯，下端（posterior）細胞大且細胞核不明顯，爲心臟末期；授粉後75天，果莢呈黃竭色，種子顏色趨近淺褐色，胚細胞數目增多且細胞變小，胚形體變大延長爲魚雷前期（圖3），石蠟切片觀察，發現胚中似有某種物質與染劑緊密結合，致染劑並未完全褪除（圖4），授粉後90天，果莢已呈褐色且近乾裂狀態，種子呈褐色，內部胚已發育至魚雷後期，且染劑佈滿胚細胞（圖5）。

上述各期之種子皆無菌播種於 MS 基本鹽類添加 1 % sucrose，3mg/l BA，0.2mg/l NAA，20 % coconut water，2g/l peptone，40mg/l adenine sulfate，3g/l active charcoal 及0.8% agar 之固體培養基中。結果如表 2 與圖 6 所示，播種後45天，各時期種子之萌芽率皆不理想，且原球體發育緩慢；播種後90天，心臟末期與魚雷前期之種子皆有七成以上萌芽率，且魚雷前期之種子已有第三片眞葉形成；播種後135天，魚雷前期種子約有98%之萌芽率，且小苗發育快速，已萌發至第五片眞葉，平均每株小苗鮮重達26.5mg，葉片長度可達13mm，而心臟末期種子則較差，僅形成第三片眞葉，平均每株小苗鮮重5.2mg ，葉片長度亦僅達6mm。隨成熟度減低至球形期，種子萌芽率降低且小苗發育遲緩，但高度成熟之魚雷末期種子雖已播種135天，仍未發現發芽跡象。另外播種於已滅菌混合植材之種子，亦未見發芽。

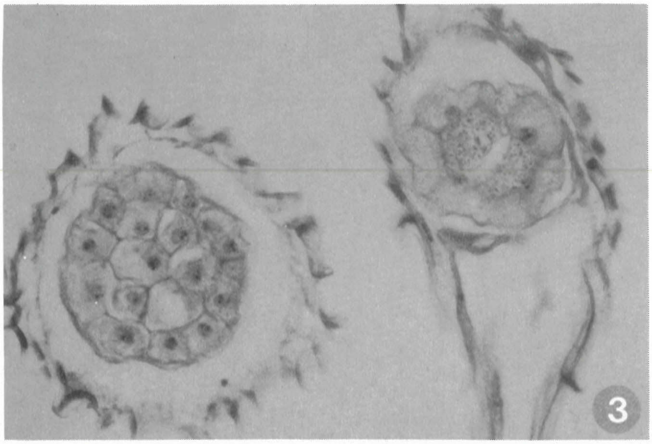
表2. 種子成熟度對臺灣白及種子萌芽與小苗發育之影響

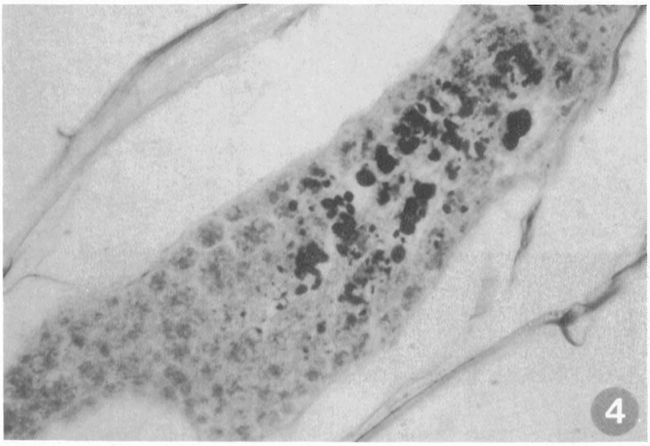
Table 2. Influence of seed maturity on seed germination and seedling development of *B. formosana**

Seed maturity	Germination rate (%)		Fresh weight per each plant taken from 135 days after inoculation (mg)
	45 days after inoculation	135 days after inoculation	
Globular shape	0.83[d]**	6.40[c]	0.8[d]
Early-heart shape	2.14[c]	66.65[b]	1.8[c]
Late-heart shape	2.41[b]	86.48[a]	5.2[b]
Early-torpedo shape	3.96[a]	90.21[a]	26.5[a]
Late-torpedo shape	0.00[e]	0.00[c]	0.0[d]

* Basal medium：MS salts with 1 % sucrose, 20% coconut water, 2g/l peptone, 40mg/l adenine sulfate, 3mg/l BA, 0.2mg/l NAA, 0.3% charcoal and 0.8% agar.

** Means with the same letter of a column are not significantly different at 5 % level by Duncan's multiple range test.





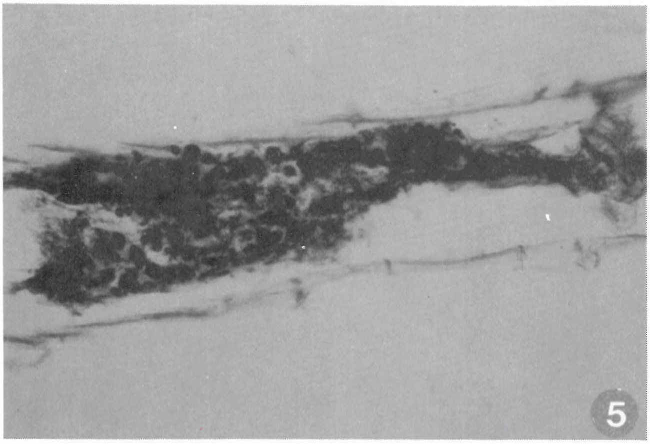


圖3. 球型期胚之切片，左：縱切面右：橫切面（100 x）。

圖4. 魚雷前期胚之切片（150 x）。

圖5. 魚雷末期胚之切片（100 x）。

Fig. 3. Cross (right) and longitudinal section of embryo at globular shape stage

Fig. 4. Section of embryo at early-torpedo shape stage

Fig. 5. Section of embryo at late-torpedo shape stage

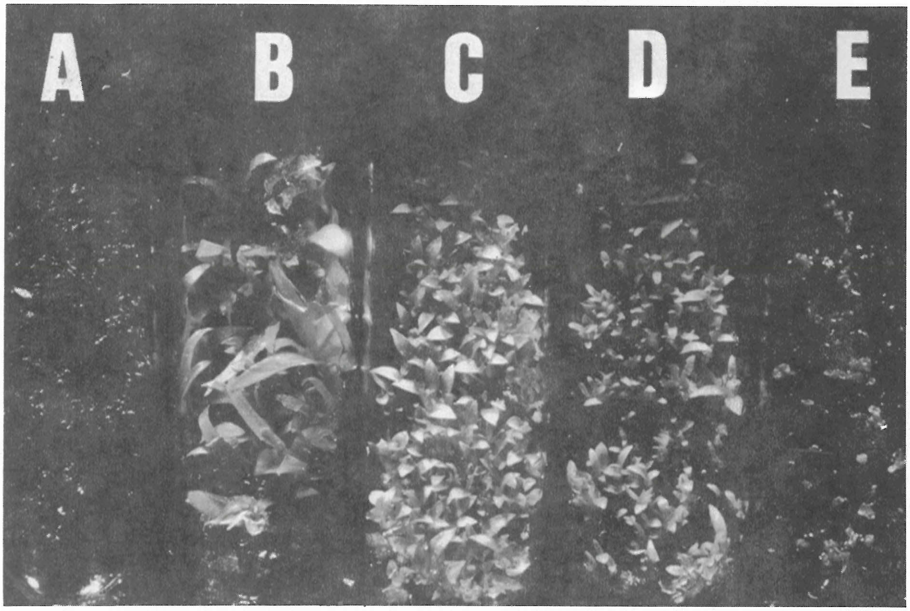


圖6.　不同成熟度種子播種135天後，種子萌芽與小苗發育情形。
(A)魚雷末期胚　(B)魚雷前期胚　(C)心臟末期胚　(D)心臟前期胚及　(E)球型期胚。

Fig. 6. Outward appearance of seed germination and seedling development from different seed maturity of *B. Formosana* after 135 days in cultured.
(A) Late-torpedo shape (B) Early-torpedo shape (C) Late-heart shape (D) Early-heart shape and (E) Globular shape stage

二、預措處理對種子萌芽率與小苗發育之影響

取魚雷前期之種子，分別以 3 %雙氧水、0.1N NaOH 及0.1 M $KMnO_4$ 三種化學藥劑進行預措處理後再播種，結果如表 3 所示，3 %雙氧水可促進種子提早發芽且有效提高萌芽率，未經處理之種子經接種40天後，發芽率僅3.9%，經 3 %雙氧水處理 1 分鐘之種子，其萌芽率可提高至74.3%，而處理 5 分鐘之種子，其萌芽率更高達96.3%，效果極為顯著且小苗發育十分快速，顯示雙氧水處理之效果甚佳，但處理時間過長（10分鐘）時，不僅萌芽率不及處理 5 分鐘者，且小苗發育亦相對減緩；0.1N NaOH 溶液處理 1 ～ 5 分鐘雖可提高萌芽率，但效果不若雙氧水佳而小苗發育也較遲緩；至於0.1M $KMnO_4$ 對種子萌芽率與小苗發育則無效。

表3. 化學試劑預處理對臺灣白及種子萌芽與小苗發育之影響

Table 3. Influence of chemical agents pretreatment on seed germination and seedling development of *B. formosana**

Duration of chemical agents pretreatment (min)			Germination rate	% of seedling in different developmental stage**		
3% H_2O_2	0.1N NaOH	0.1M $KMnO_4$	—%—	3	4	5
CK:(pretreated in water for 1 min)			3.9[g***]	3.8	0.3	0.0
1	0	0	74.3[b]	1.1	72.1	1.1
5	0	0	96.4[a]	0.3	94.2	1.9
10	0	0	46.4[c]	2.2	43.1	1.3
0	1	0	12.4[d]	4.0	7.4	1.0
0	5	0	10.6[e]	4.8	5.2	0.6
0	10	0	5.2[f]	3.6	1.6	0.0
0	0	1	3.3[g]	2.4	0.9	0.0
0	0	5	1.4[h]	1.4	0.0	0.0
0	0	10	0.0[i]	0.0	0.0	0.0

* Seeds maturity at 75 days after pollination were used as culture material. Culture duration : 40 days.
Basal medium : same as Table 2.
** Seedling in different developmental stage : same as shown in Table 1.
*** Same as Table 2.

三、活性碳對種子萌芽率與小苗發育之影響

添加0.3%活性碳之培養基，雖小苗葉片伸展極佳，顏色深綠，背地性良好，但隨著活性碳濃度由0.1%提高至0.7%時，種子萌芽率呈下降趨勢，且小苗生長逐漸遲緩，故仍以不添加活性碳爲適當選擇（表4）。

表4. 活性碳對臺灣白及種子萌芽與小苗發育之影響

Table 4. Influence of charcoal concentration on seed germination and seedling development of *B. formosana**

Charcoal conc. (%)	Germination rate —%—	% of seedling in different developmental stage** 4	5	6	Color of the plant
0.0	99.2[a***]	70.4	9.0	19.8	light green
0.1	98.7[a]	92.6	6.2	0.0	light green
0.3	96.4[b]	94.7	2.1	0.0	dark green
0.5	94.4[c]	94.4	0.0	0.0	dark green
0.7	80.2[d]	80.2	0.0	0.0	dark green

* Seeds maturity at 75 days after pollination were pretreated by 3% H_2O_2 for 5 min before inoculation. Culture duration : 40 days. Basal medium : same as Table 2.
** Same as Table 1.
*** Same as Table 2.

四、低溫前處理對種子萌芽率與小苗發育之影響

種子經 4 °C之低溫前處理14～48天，不但無法提高萌芽率且對小苗發育與生長有不利之影響；隨處理時間延長，萌芽率逐漸降低且小苗發育漸趨細長柔弱；處理時間超過42天，不論種子萌芽或小苗發育皆呈抑制效果（表5）。

表5. 低溫（4°C）前處理對臺灣白及種子萌芽與小苗發育之影響

Table 5. Influence of cold pretreatment (4°C) on seed germination and seedling development of *B. formosana**

Duration of 4°C pretreatment (day)	Germination rate —%—	% of seedling in different developmental stage**			
		3	4	5	6
0	97.2[a]***	2.4	68.5	16.3	10.0
14	99.2[a]	2.6	65.8	16.3	14.5
28	97.3[a]	5.7	74.6	12.8	4.2
42	76.7[b]	8.4	66.2	1.5	0.6

* Same as Table 4.
Basal medium : same as Table 2 except 0.3% charcoal was omitted.
** Same as Table 1.
*** Same as Table 2.

討　論

許多報告指出蘭科植物種子常因內生發芽抑制物質，造成種子不能發芽或發芽延遲現象。Horiuchi et al. 曾報導 *Polyembryonic citrus* 之心臟期種子萌芽率較高[12]；Mathews and Rao 亦指出當萬代蘭果莢仍呈綠色時即採收播種，可獲得80～100%發芽率，俟成熟轉黃時，發芽率降低至30%[17]；而 Nagashima 認爲*Bletilla striata* 授粉後45天之未成熟胚雖具發芽能力，卻以較接近成熟之種子萌芽率最佳[19]；莊及李則報導觀察臺灣一葉蘭種子之胚在開始轉黃後播種，小苗生長勢漸減弱，至胚呈黃褐色時再播種，已嚴重損害種子之發芽與小苗生長[4]；Harvis and Madley 則報導蘭花果莢過於成熟至將開裂時，其種子發芽率極差[11]；以上學者認爲萌芽率隨種子成熟度增加而增加，至成熟後則反而下降，因此果莢由綠轉黃或種子之胚由白轉黃至褐色之成熟過程中，似有發芽抑制物質逐漸形成，致過熟種子萌芽能力降低。本研究發現臺灣白及種子，由球形期發育至魚雷前期時，種子之胚顏色逐漸加深，萌芽率亦逐漸上升，而以魚雷前期種子萌芽率最高，至魚雷末期種子則已完全失去萌芽能力，故推論發芽抑制物質可能在本時期大量形成且發生抑制作用。

利用化學藥劑預措處理蘭科種子，較能克服種子因內生發芽抑制物質，而無法發芽或發芽延遲之困難。Kim et al. 報導以10%氫氧化鉀溶液洗滌蘭花種子，可使萌芽率由2.8%提高至12.8%[16]；王以0.1M 氫氧化鉀溶液處理東亞蘭種子10～20分鐘，亦發現可有效去除發芽抑制物質而提高萌芽率[1]；Baker et al. 則報導0.05%雙氧水雖可顯著提高洋蘭種子萌芽率，但卻抑制 Ponthieva 種子之萌芽能力[5]；以上結果顯示因品種材料及差異，而可產生不同發芽抑制物質，故選用適當之化學藥劑是成功之關鍵。本研究結果顯示，以３%雙氧水處理臺灣白及種子５分鐘後，可有效提高萌芽率（表 3），處理時間過長或不足均不適宜，而0.1N NaOH 及0.1M $KMnO_4$之處理則效果不佳。提高臺灣白及種子萌芽率之機制，是否爲洗清發芽抑制物質？抑因雙氧水之處理，使水分、養分與空氣容易進入種皮，而有利其發芽？或其它原因？尙有待進一步之研究。

本研究發現培養基中添加活性碳，可使臺灣白及小苗具有強烈背地性，其原因可能如Horner et al. 與 Wang and Huang 所報導，活性碳可吸附乙稀及減弱光源有關[13,22]。Ernst 指出活性碳可促進拖鞋蘭及蝴蝶蘭之生長[6,7,8]；呂和李（1986）亦報導活性碳可促進鳳蘭種子之發芽[2]，而其主要機制 Fonnesbech 及 Fridborg and Eriksson 指出，活性碳可吸附某些植物細胞所分泌之有毒物質[9]，如大量 phenylacetic acid 及 benzoic acid 等衍生物，而使小苗生長較佳[10]。本研究結果顯示，臺灣白及種子播種於含活性碳之培養基中，小苗生長具強烈背地性，葉片開展良好，但提高活性碳濃度卻使萌芽率下率，且小苗體型較小，此可能與某些營養成分被活性碳吸附，致小苗營養不良有關

[21]。

植物種子常具有休眠週期性以適應不良環境。低溫前處理是最常被應用於打破種子休眠的方法。Kato and Ozawa 發現先將 *Heloniopsis orientalis* 葉片及塊莖以16°C前處理 7 ～12天後再培養，可提高其分化不定芽之能力[15]；Inamura and Saitou 將 *Aerides japonicum* 種子冷凍（−18°C）處理380天後，再行播種，可顯著提高發芽率[14]；Tsay et al. 也證實10°C低溫前處理，可打破半夏（*Pinellia ternata*）珠芽之休眠期，而有益於珠芽形成不定芽[19]。但本研究將臺灣白及種子先以4°C前處理14、28及42天後再行播種，發現14或28天之冷藏處理，並無提高萌芽率之效果，而冷藏超過42天時，反使萌芽率下降（表 5 ），因此臺灣白及種子發芽不良可能非休眠之故。

本研究顯示臺灣白及以未達完全成熟之種子較易發芽，且 3%雙氧水前處理種子 5 分鐘後，可大幅提高發芽率之結果觀之，臺灣白及種子極有可能因過度成熟而形成發芽抑制物質，配合生化學者分析此物質，乃未來值得研究之方向。

誌　　謝

本研究承國科會經費補助（82NSC—0409—B055—04）特此申謝。

引用文獻

1. 王博仁。1980。蕙蘭屬的無菌播種與器官分化。中央研究院植物研究所專刊第四號。20～30頁。臺北。
2. 呂依倫、李　哖。1990。鳳蘭之無菌發芽。中國園藝 36：198～209。
3. 唐愼微。1249。重修政和經史證類備用本草。卷十，草部下品之上。255～256頁。南天書局。1976。臺北。
4. 莊錦華、李　哖。1983。臺灣一葉蘭無菌發芽與小苗生長。中華農學會七十二年度年會特刊。62～78頁。臺北。
5. Baker, K.M., M. C. Mathes and B. J. Wallace. 1987. Germination of Ponthieva and Cattleya seeds and development of *phalaenopsis* protocorms. Lindleyana 2：77～83.
6. Ernst, R. 1974. The use of activated charcoal in asymbiotic seedling culture of Paphiopedilum. Journal of American Orchid Society Bulletin 43：35～38.
7. Ernst, R. 1975. Studies in asymbiotic culture of orchid. Journal of American Orchid 44：12～18.
8. Ernst, R. 1980. Seed Germination of Paphiopedilums. Orchid Review 88：235～236.
9. Fonnesbech, M. 1972. Organic nutrients in the media for propagation of Cymbidium in vitro. Physiol. Plant. 27：360～364.
10. Fridborg, G. and T. Eriksson. 1975. Effect of activated charcoal on growth and morphogenesis in cell cultures：Adsorption of metabolites inhibiting morphogenesis. Physiol. Plant 43：104～106.
11. Harvais, G. and G. Madley. 1980. The development of *Orchis purpurella* in asymbiotic and inoculated cultures. New Phytologist 66：217～230.
12. Horiuchi, S., E. Yuhysi and S. Nakagowa. 1976. In vitro culture of young embryo in *Polyembryonic citrus* (I). Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 45：253～250.
13. Horner, M., J. A. Mccomb and A. J. Mccomb. 1977. Ethylene production and plantlet formation by *Nicotiana* anthers cultured in the presence and absence of charcoal. J. Exp. Bot. 28：1365～1372
14. Inamura, H. and T. Saitou. 1987. Studies on the aseptic culture in *Aerides japonicum.* Bulletin of the Shimane Agricultural Experiment Station 22：48～65.
15. Keto, Y. and N. Ozawa. 1979. Adventitious bud formation on leaf and stem segments of *Holoniopsis orientalis* grown at various temperatures. Plant and Cell Physiol. 20：491～497.
16. Kim. Y. J., J. S. Lee., D. Y. Yam and S. M. Roh. 1979. Exploitation of native orchid plants and their propagation for the floricultural crops I. Wild orchid survey and propagation. Journal of

Korean Society for Horticultural Science 20 : 94～105.

17. Mathews, V. H. and P. S. Rao. 1980. In vitro multiplication of Vanda hybrids throught tissue culture technique. Plant Science Letters 17 : 383～389.

18. Murashige, T. and F. Skoog. 1962 · A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant 15 : 473～497.

19. Nagashima, T. 1982. Studies on seed germination and embryogensis in *Bletilla striata* and *Calauthe discolor*. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 51 : 82～93.

20. Tsay, H. S., T. G. Gau and C. C. Chen. 1989. Rapid clonal propagation of *Pinella ternata* by tissue culture. Plant cell Reports 8 : 450～454.

21. Waes, J. Van. 1987. Effect of activated charcoal on in vitro propagation of western European Orchids. Acta Horticulturae 22 : 131～138.

22. Wang, P. J. and L. C. Huang. 1976. Beneficial effects of activated charcoal on plant tissue and organ cultures. In Vitro 12 : 260～262.

Tissue Culture of *Bletilla Formosana*
I. The Influence of Seed Maturity and Pretreament on Seed Germination and Seedling Development[1]

Yuh-Jinn Lin[3], Chung-Chuan Chen[3], Feng-Tsgh Yeh[3], Nien-Yung Chiu[3] and Hsin-Sheng Tsay[2]

Summary

Pai-chi (*Bletilla formosana)* was first recorded in Shen-Nung-Pen-ts′ao-Ching (神農本草經) under inferior category and was also recorded of the China in the successive Pen-ts′aos of the descending dynasties. It has been widely used as astringent styptic for haematemesis, anti-bacteria and anti-tumor. The tubers collected from plants grown in the mountain or propagated by traditional methods are far from enough for medicinal used. The tissue culture was therefore studied in order to mass propagate this important medicinal crop. It was found that among five maturity stages of seeds tested, embryo at early-torpedo shape stage was the best for seed germination and seedling development. Pretreatment of seeds with 3% hydroxyperoxide solution for 5 minutes and germinated under 2,000-lux intensity light enhanced the seed germination rate. As high as 98% germination rate was recorded. Cold-pretreatment of seeds and the cultural medium containing active charcoal were not benefit for germination rate and seedling development.

Key words : *Bletilla formosana,* Tissue culture, Seed germination.

---

1. Contribution No. 1704 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by a grant from National Sciences Council, Republic of China (82NSC-0409-B055-04) .
2. Senior Plant Tissue Culturist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Respectively, Graduate student, Professors of Graduate Institute of Chinese Pharmaceutical Science, China Medical Collage, Taichung, Taiwan ROC.

培養基組成份對康乃馨試管苗玻璃質化的影響[1]

古新梅　蔡新聲[2]

摘要：利用康乃馨組織培養所繁殖的枝條，探討培養基組成份造成試管苗玻璃質化的影響，結果顯示在不同的洋菜種類及濃度條件下，以液體培養的康乃馨玻璃質化最嚴重，其次爲水晶洋菜（gelrite），其餘則依洋菜（Difco agar）濃度的增加，而玻璃質化的程度漸減。在 cytokinins 的比較試驗中發現，玻璃質化的比例隨 BA（6-benzylamino purine）的濃度增高而增加，kinetin（6-furfurylamino purine）亦有相同的趨勢，但結果較 BA 不明顯。氨態氮與硝酸態氮的比例試驗中發現，隨著氨態氮比例的增加而玻璃質化有增高的趨勢。綜合以上結果顯示含有0.9% Difco-agar、0.5 ppm BA、NO_3^-：NH_4^+=1：1～2：1及3% sucrose 之1/2 Murashige & Skoog 基本鹽類之培養基，可大量繁殖康乃馨並避免嚴重的玻璃質化。玻璃質化枝條之外觀具水浸狀肉質莖葉，而組織切片則顯示莖部特化組織較正常者不分化，皮層及髓部薄壁細胞排列較不整齊，葉肉較正常者缺乏柵狀組織及海綿組織之分化，其間有大且空的細胞。

關鍵詞：康乃馨、組織培養、玻璃質化、組織切片。

玻璃質化（vitrification，glassification，glassiness or hyperhydric transformation）是植物組織培養過程中試管苗極爲常見的現象[7]，由於這些玻璃質化的試管苗移植土壤時存活率極低[8]，因此這種不正常的試管苗對組織培養的商業化，十分不利。

許多報告報導了組織培養玻璃質化形成原因，例如液態培養基[8]、無機養份如 NH_4^+的超適濃度（superoptimal concentrations）[20]、高濃度的 cytokinins[3,4,6]、低濃度的洋菜[7,11,21]、試管中高的相對濕度[23]、osmotic shock[10]及品種[5]等。

本研究以改變培養基的洋菜，cytokinin 的種類及濃度，及培養基中氨態氮與硝酸態氮的比例，探討康乃馨試管苗玻璃質化情形，並配合組織切片之觀察，俾有助於了解玻璃質化形成之原因，以期能進一步解決玻璃質化對組織培養試管苗所造成的嚴重損失。

材料和方法

一、材　料

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1705號。
2. 本所農藝系助理及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

本試驗所選用之材料，係採自田間康乃馨（*Dianthus caryophyllus* L. cv. *opale*）植株上之生長點及腋芽經接種於固體培養基中，每支試管含有 10ml 之培養基（表面積約20cm²），接種兩個腋芽或一個生長點，經數週培養成幼苗，並經數次繼代培養繁殖足量作爲試驗材料。

二、培養基成分及培養材料

接種康乃馨芽體培養基以 MS（Murashige & Skoog，1962）[15]爲基本配方，其中鐵鹽及有機成份均維持全量，其餘無機成份則改爲半量，再添加 0.5ppm BA，3％蔗糖及0.9％洋菜（Difco agar），pH 調至5.7±0.1（簡稱 CN 培養基），以121°C、15 lb/in²（1.05 kg/cm²）之高溫高壓殺菌後，放冷備用。

培養基成份之測試則以上述 CN 培養基爲主，依試驗項目之不同而改變其組成分，其中洋菜試驗以 0、0.6、0.9、1.2、1.5％之 Difco agar 及0.25％ Gelrite 來比較其玻璃質化的情形；cytokinins 以 0、0.5、1、2、4ppm 的 BA 及 0、1、2、4、8ppm 的 kinetin 來作比較；硝酸態氮與氨態氮之比例則以1：2、1：1、2：1、4：1、8：1及16：1 的處理，來比較其玻璃質化的情形。試驗用培養容器爲 500ml 三角瓶，含 100ml 培養基，其內接種四株康乃馨的幼苗。接種後置於25±1°C之恆溫，以每日16小時照光（固體培養約 2,000 lux，液體培養約 300 lux）培養；另液體培養則將材料置於迴轉式振盪器上，以 100rpm 之轉速振盪培養之。

培養數週後，觀察並記錄各試驗之玻璃質化情形，玻璃質化枝條之判別係以肉眼觀察，葉片呈水浸透明狀爲準，並取已玻璃質化的部份，以石蠟切片法製成永久片觀察比較之。製作石蠟切片之方法如下：材料以 FAA 固定，經 TBA 脫水滲蠟包理等步驟後，以轉動式切片機切取 10μ 厚之連續蠟帶，再用 Haupts adhesive 黏著於載玻片上，經 safranin 及 fast green 染色製成永久片[1,2]。

上述各試驗中每個處理含40個重覆，將觀察所得之數據取其平均值並計算已玻璃質化枝條所佔比率及標準偏差，以 Sigma Plot 之電腦程式繪出圖形，比較處理間之差異；形成枝條則以 Duncan's multiple range test 測定處理間之差異。

結　果

一、不同種類的洋菜及濃度之影響

圖 1 顯示康乃馨經30天培養，所形成枝條之玻璃質化程度在液體培養基中可達100％，固體培養中，0.25％ Gelrite 達55％、0.6％ agar 爲40％，而0.9、1.2及1.5％ agar 三者玻璃質化的枝條比例均極低，由此得知隨著洋菜濃度的增加，其玻璃質化的條枝比例逐漸減少。經60天培養後枝條之玻璃質化程度與30天所調查之結果相同，故圖 1 係以30天之結果繪製；表 1 則係康乃馨莖頂培養於不同洋菜培養基中，30天後形成許多枝條之結果，顯示液體培養最有利於形成枝條及大量繁殖，隨洋菜濃度的提高繁殖數漸減，0.25％ Gelrite 之培養基形成枝條數比 Difco agar 佳，幾乎和液體培養相當，但玻璃質化的程度也以 Gelrite及液體培養者最嚴重。

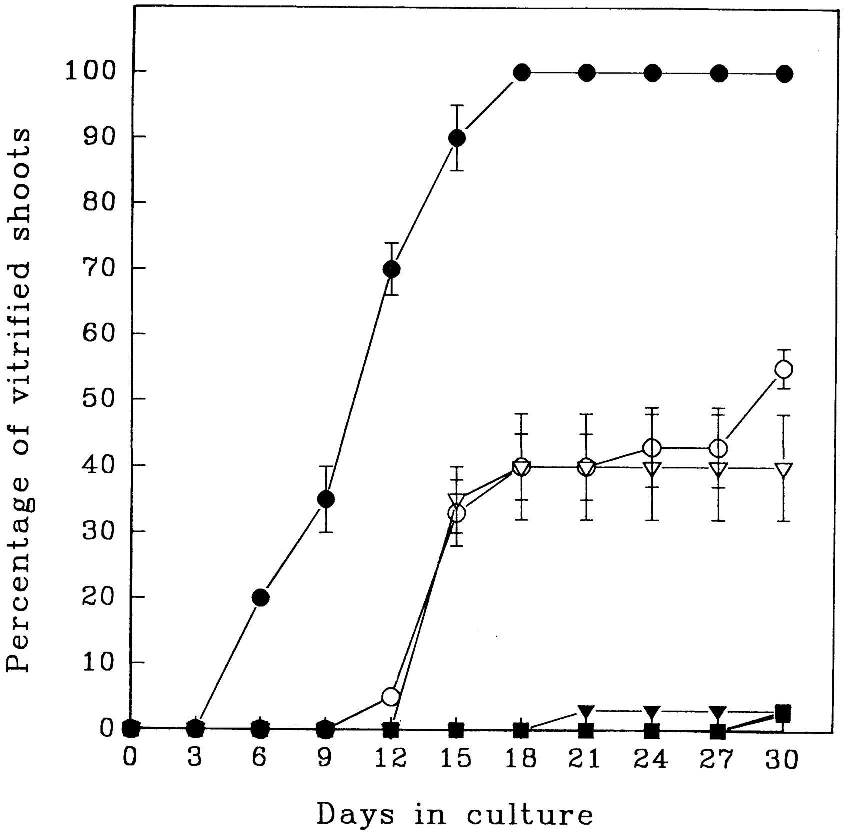


Fig. 1. Percentage of vitrification of carnation cultured in medium containing different sources and concentrations of agar.
●Difco agar 0% ; ▽Difco agar 0.6% ;
▼Difco agar 0.9% ; □Difco agar 1.2% (overlapping with■) ;
■Difco agar 1.5% ; ○Gelrite 0.25%

表 1. 不同濃度及種類的洋菜對康乃馨莖頂培養形成枝條的影響

Table 1. Effect of agar concentration on shoot production of carnation shoot tip culture.

Basal medium with agar* (%)	No. of explants cultured	Average no. of adventitious shoots produced
0.0	40	10.5[a]**
0.6	40	8.1[b]
0.9	40	7.9[b]
1.2	40	4.3[c]
1.5	40	4.0[c]
with gerlite		
0.25	40	10.0[a]

* Basal medium : MS basic salts supplemented with 3% sucrose and 0.5 ppm BA, pH=5.7. Culture duration was 30 days. The percentage of vitrified shoots was shown in Fig. 1.

** Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level using Duncan's multiple range test.

二、不同 Cytokinins 之影響

在 BA 的試驗中發現康乃馨培養至第60天時，4ppm BA 之玻璃質化枝條百分比爲46%、2 ppm 爲23%、1ppm 爲20%、0.5ppm 爲 7 %，而不含 BA 的培養基沒有玻璃質化枝條產生（圖 2），由此得知隨著 BA 濃度的減少，其玻璃質化枝條的比例漸減，而表 2 則係康乃馨莖頂培養於不同濃度 BA 培養基中，30天後形成枝條之結果，顯示隨 BA 濃度增高枝條數漸增的趨勢；而含 kinetin 的培養基中也發現，枝條之玻璃質化情形亦隨著 kinetin 濃度的減少而漸減（圖 3），但情況不若 BA 嚴重，例如 8ppm kinetin 時之玻璃質化枝條只有19%、4ppm 爲15%而 2ppm 以下更降至 5 %以下，顯示 kinetin 對康乃馨試管苗枝條之玻璃質化影響較 BA 小；表 3 雖然呈現隨濃度增高枝條數漸增的趨勢，但即使提高至 8mg/l 之 kinetin 亦只有5.6個枝條形成，顯示 kinetin 對康乃馨莖頂培養形成枝條之效率不如 BA。

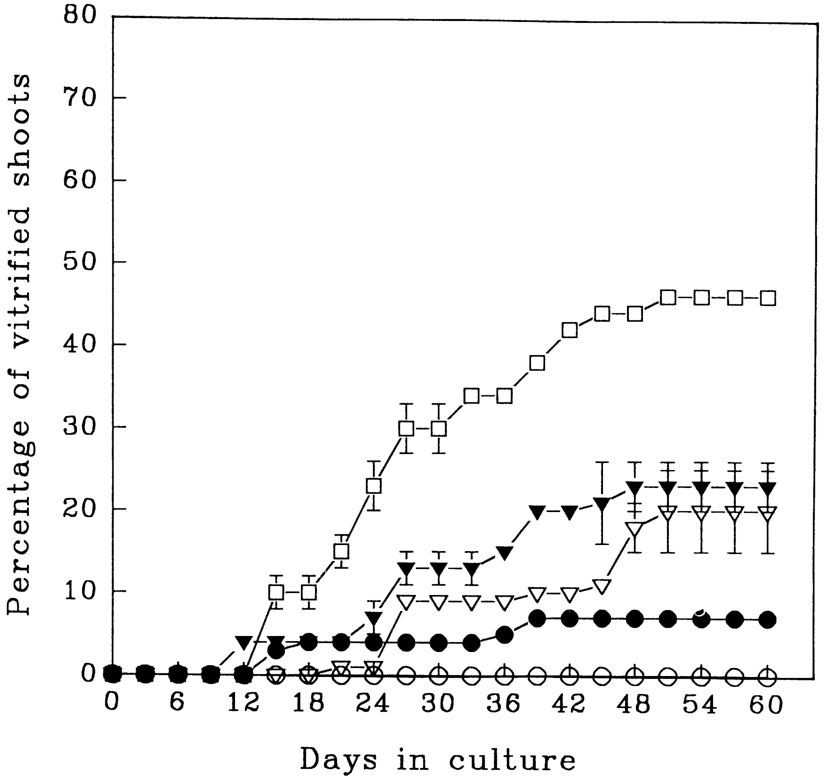


Fig. 2. Percentage of vitrification of carnation cultured in medium with different BA concentrations.

○0 ppm；●0.5 ppm；▽1 ppm；▼2 ppm；□4 ppm

表 2. 不同濃度的 BA 對康乃馨莖頂培養形成枝條的影響

Table 2. Effect of BA concentration on shoot production of carnation shoot tip culture.

Basal medium with BA* (ppm)	No. of explants cultured	Average no. of adventitious shoots produced
0.0	40	2.3[d]**
0.5	40	7.9[c]
1.0	40	8.3[c]
2.0	40	9.6[b]
4.0	40	10.5[a]

* Basal medium : MS basic salts supplemented with 3% sucrose and 0.9% agar, pH=5.7. Culture duration was 30 days. The percentage of vitrified shoots was shown in Fig. 2.

** Same as Table 1.

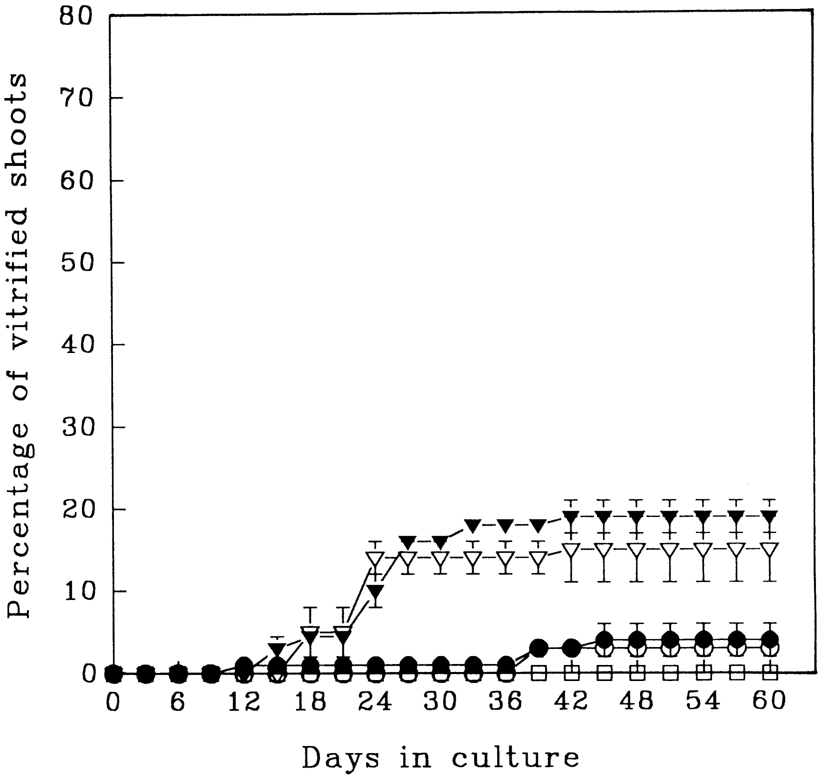


Fig. 3. Percentage of vitrification of carnation cultured in medium with different kinetin concentrations.

□0 ppm ; ○1 ppm ; ●2 ppm ; ▽4 ppm ; ▼8 ppm

表 3. 不同濃度的 kinetin 對康乃馨莖頂培養形成枝條的影響

Table 3. Effect of kinetin concentration on shoot production of carnation shoot tip culture.

Basal medium with kinetin* (ppm)	No. of explants cultured	Average no. of adventitious shoots produced
0.0	40	2.3[c**]
1.0	40	2.8[c]
2.0	40	3.8[b]
4.0	40	5.3[a]
8.0	40	5.6[a]

* Basal medium : MS basic salts supplemented with 3% sucrose and 0.9% agar, pH=5.7. Culture duration was 30 days. The percentage of vitrified shoots was shown in Fig. 3.

** Same as Table 1.

三、不同的硝酸態氮對氨態氮比例之影響

在 NO_3^-：NH_4^+的試驗中發現康乃馨培養至第30天時，NO_3^-：NH_4^+=1：2之培養基玻璃質化枝條

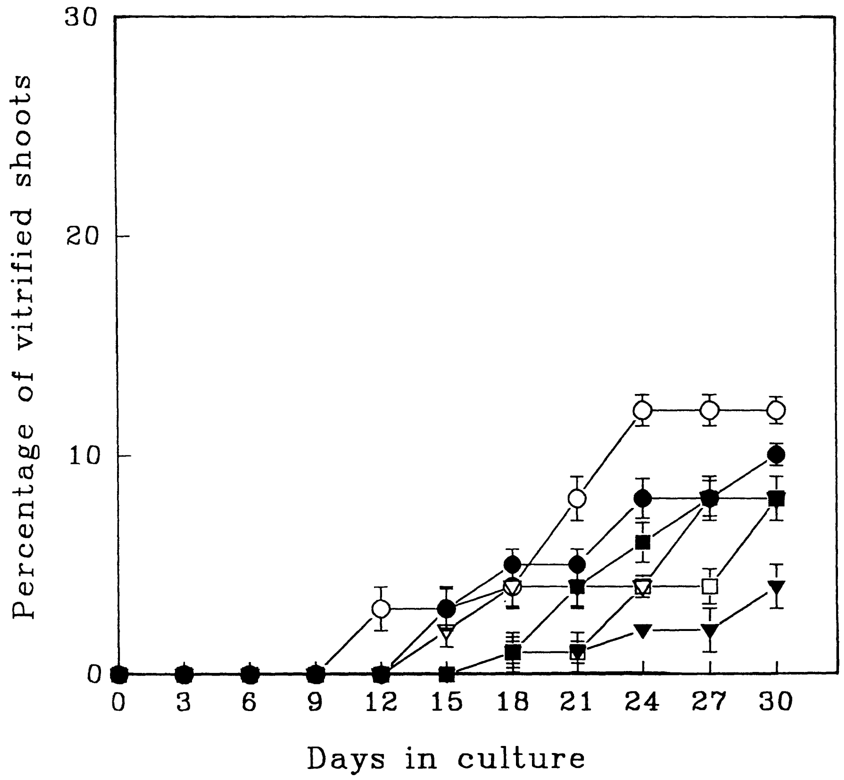


Fig. 4. Percentage of vitrification of carnation cultured in medium with different ratios of NO_3^- : NH_4^+.

■16：1；□8：1；▼4：1；▽2：1；●1：1；○1：2

佔12%較嚴重，其餘爲1：1（10%）、2：1（8%）、4：1（4%）、8：1（8%）及16：1（8%）（圖4），顯示含有 NH_4^+離子較多時，其枝條玻璃質化情形較嚴重，但處理間之差異並不明顯。表4則顯示 NO_3^-：NH_4^+=1：1或2：1之培養基，最有利於康乃馨莖頂培養形成大量枝條，NO_3^-：NH_4^+比例過高則不利於枝條形成。

表4. 不同比例的 NO_3^-：NH_4^+ 對康乃馨莖頂培養形成枝條的影響

Table 4. Effect of NO_3^- : NH_4^+ ratio on shoot production of carnation shoot tip culture.

Basal medium with NO_3^- : NH_4^+*	No. of explants cultured	Average no. of adventitious shoots produced
1 : 2	40	4.6c**
1 : 1	40	8.2a
2 : 1	40	7.9a
4 : 1	40	6.0b
8 : 1	40	5.5b
16 : 1	40	4.9c

* Basal medium : MS basic salts supplemented with 3% sucrose 0.9% agar and 0.5 ppm BA, pH=5.7. Culture duration was 30 days. The percentage of vitrified shoots was shown in Fig. 4.
** Same as Table 1.

四、玻璃質化枝條之組織切片觀察

玻璃質化枝條之外觀具水浸狀肉質莖葉，而組織切片則顯示其葉部之柵狀組織及海綿組織、莖部之維管束及形成層不如正常葉莖者有明顯之分化，莖部皮層細胞排列較不整齊；葉肉較正常者缺乏柵狀組織及海綿組織之分化，細胞排列亦較不整齊，其間有大且空的細胞（圖5）。

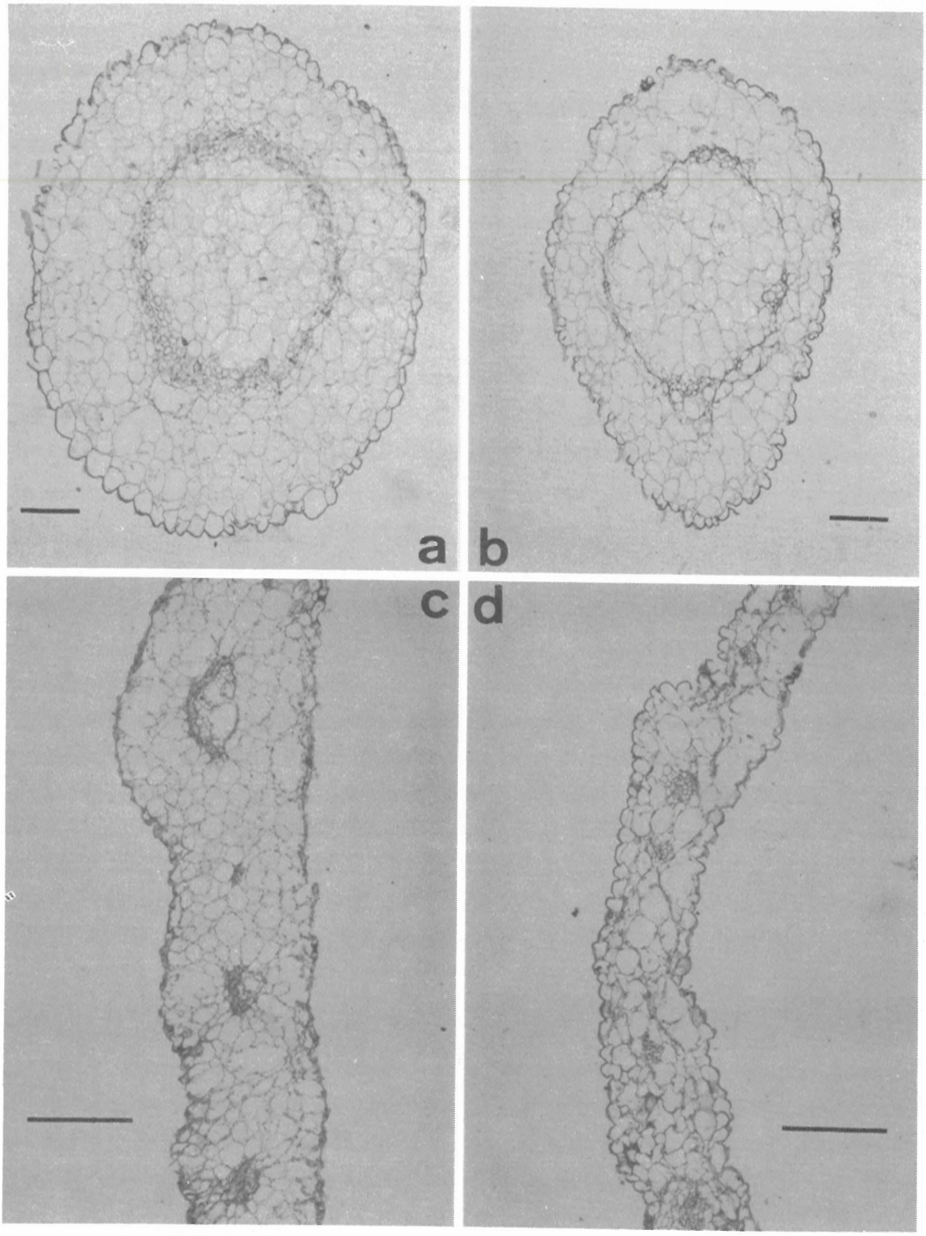


圖5. 康乃馨試管苗之組織切片(a)正常植株莖部橫切面；(b)玻璃質化植株莖部橫切面；(c)正常植株葉部橫切面；(d)玻璃質化植株葉部橫切面。玻璃質化試管苗之特化組織，如維管束及形成層等較正常植株不分化，莖部皮層細胞排列較不整齊；葉肉較正常者缺乏柵狀組織及海綿組織之分化，細胞排列亦較不整齊，其間有大且空的細胞。(bar=200μ)

Fig. 5. Cross section of normal stem (a) and leave (c) and vitrified stem (b) and leave (d) of carnation plantlets. The vitrified stems showed less differentiated tissue, and the cortical and pith parenchyma contained enlarged cells, and leaves were lack of clear differentation between palisade and spongy mesophyll cell. The big and empty cell was predominant in palisade and spongy mesophyll cells. (bar=200μ)

討　論

許多報告對引起玻璃質化的機制提出不同的解釋，Debergh et al.[7]指出基質潛勢（matric potential）爲水分潛勢（water potential）之組成分，由洋菜濃度所控制，爲影響玻璃質化的因子之一，提高洋菜濃度可減少試管苗玻璃質化之形成，其原因可能是因洋菜濃度增加而減低了水分的有效性，阻礙複雜大分子的移動。Paques and Boxus[16]認爲水解的洋菜中，有某種可與 cytokinin 反應的物質，減緩 cytokinin 誘導玻璃質化的特性，且不會抑制芽體生長，在他們的試驗中發現培養於含 BA 培養基之 M26 蘋果試管苗，可藉一種 hydrolized agar（Bacto Difco）extract 的加入而控制玻璃質化，故認爲洋菜之抗玻璃質化（antivitrification）效應，並非因爲造成高培養基基質潛勢（high medium matrix potential）或降低試管內相對濕度之因，而是洋菜含一種可與 BA 作用之化學物質而控制了玻璃質化的現象。本研究亦發現隨著洋菜的濃度增加，康乃馨的玻璃質化枝條比例逐漸減少，但洋菜濃度太高的情況下（1.2%以上），可能因爲培養基中水分及養分的移動受到限制，而使枝條的生育較差（表１）。Leshem[12]發現在瓜類（*Cucumis melo*）的組織培養中，當其他可接受的誘引因子(如含低濃度洋菜的培養基、高相對濕度及高濃度的氨態氮)存在下，若無 cytokinin 的存在則無法誘導出玻璃質化，所以認爲 cytokinin 可稱爲玻璃質化的 “primary factor”。Phan[17]亦發現 BA 的濃度與玻璃質化的程度成正比，以早先關於玻璃質化之試管苗缺乏木質素之報告爲基礎，他假設玻璃質化的起因是由 cytokinin 所造成細胞分裂之不平衡狀況，而導致分化的一種干擾過程，尤其是對木質素的合成……被發現在大多數新細胞中，木質素的合成很難繼續下去。此種由 Phan 所假設「分化的干擾過程」亦可解釋 Ziv[22]最近的發現，玻璃質化之增加與 cellulose 之合成減少或混亂有關，進一步造成細胞壁之硬度減低，且使水的吸收增加、細胞崩解、產生無功能性保衛細胞和角質層之缺乏等現象。McLaughlin and Karnosky[14]亦發現培養基中 cytokinin 濃度之減少，使落葉松屬植物(*Caryx decidua*)的組織培養試管苗，玻璃質化的頻度自70%降至30%，但此過程會造成枝條繁殖率的減少。本研究使用兩種 cytokinin，亦得到和上述相同的結果，顯示 cytokinin 的確是造成康乃馨枝條玻璃質化的主因。在 BA 的試驗中發現隨著 BA 濃度的減少，玻璃質化的枝條比例漸減；而 kinetin 的培養基中也發現，試管苗之玻璃質化情形亦隨著 kinetin 濃度的減少而漸減，但情況不若 BA 嚴重，顯示 kinetin 對康乃馨枝條之玻璃質化影響較 BA 小，然而以康乃馨的大量繁殖而言，BA 促進枝條的生長效果較 kinetin 好，過高的 BA 除造成嚴重的玻璃質化現象外，在本試驗中亦發現枝條有叢生的傾向，反之過低的 BA（少於 0.5 ppm）則枝條較少，且枝條有徒長、莖葉纖細枯黃及生育較差的現象，0ppm kinetin(對照組)亦有相同的情形，所以爲避免枝條之玻璃質化，而又能使枝條生育良好，應在二者之間找到一個平衡點，本研究顯示含有 0.5ppm BA 之 cytokinin 較適合康乃馨枝條培養之大量繁殖(表２及表３)。

在無機養份對玻璃質化的影響中，將 MS 基本培養基中氮源（NO_3^-及NH_4^+）的濃度降爲原來的1/2或1/3，可使 *Salix babylonica*[3]及 *Prunus avium*[19]二者之玻璃質化的比率均降低，Beauchesne[3]發現，利用含氨態氮較少之 Knop's 基本培養基，可得到大量木質化良好的幼苗，相似的結果亦見於 Letouze and Daguin[13]之報告，故有人認爲組織培養的繁殖體，若自培養基吸收過量的氮易使體內 C/N ratio 降低，而導致木質素及纖維素的合成缺乏，進而產生玻璃質化的症狀。本研究發現，氨態氮比例過多，枝條玻璃質化情形較嚴重，但趨勢並不十分明顯。對康乃馨的大量繁殖而言，1：1～2：1的 NO_3^-：NH_4^+ 對於枝條的生長較爲適合（表4）。初步試驗證實經多次繼代培養後之枝條較易玻璃質化，是否繼代培養亦扮演相當的角色，值得進一步研究。

玻璃質化的枝條，具玻璃狀的外表、水浸狀及半透明狀肉質莖葉，其葉中水份增加、蛋白質及葉綠體的成份減少[9,18,23]。在解剖上，玻璃質化枝條莖部之維管束及形成層不如正常莖者有明顯之分化

，莖部皮層細胞變大、數目增加，尤其深層皮層之薄壁細胞腫大更爲明顯，其間並出現許多細胞間隙。葉片主要特徵是其柵狀組織及海綿組織無明顯的分化，亦具許多細胞間隙，其葉肉細胞較正常者厚，尤以下位葉更爲明顯，靠近或接觸培養基的葉片薄壁細胞增殖成 8 —10層（正常者爲 4 — 5 層），而此增厚部份主因葉肉細胞增殖的結果，並非細胞間隙增加的結果[20]，Leshem[11]形容玻璃質化之康乃馨，具肉質多汁的分生組織，其中具大且空的細胞，缺乏原形成層束。本研究所發生之玻璃質化枝條，切片觀察得知其葉部之柵狀組織及海綿組織、莖部之維管束及形成層不如正常葉莖者有明顯之分化，莖部皮層細胞排列較不整齊；葉肉較正常者缺乏柵狀組織及海綿組織之分化，細胞排列亦較不整齊，其間有大且空的細胞。

引用文獻

1. 蔡新聲。1978。不同氮素營量生長下菸草花葯的培養與單倍體形成之研究。國立臺灣大學農藝研究所博士論文。臺北市。
2. 蔡淑華。1990。植物組織切片技術綱要。43—44頁。茂昌圖書有限公司。臺北市。
3. Beauchesne, G. 1981. Les milileux mineraux utilises en culture in vitro et leur incidence sur papparition de boutures d'aspect pathologique. C. R. Acad. Agric. Paris 67 : 1389—1397.
4. Bornman, C. H. and T. C. Vogelmann. 1984. Effect of rigidity of gel medium on benzyladenine induced adventitious bud formation and vitrification in vitro in *Picea abies*. Physiol. Plant. 61 : 505—512.
5. Cachita-Cosma, D 1989. Carnation vitrification. Agricell Report 13 : 6.
6. Debergh, P. C. 1983. Effects of agar brand and concentration on the tissue culture medium. Physiol. Plant. 59 : 270—276.
7. Debergh, P. C., Y. Harbaoui, and R. Lemeur. 1981. Mass propagation of globe artichoke (*Cynara scolymus*) : evaluation of different hypothesis of overcome vitrification with special reference to water potential. Physiol. Plant. 53 : 181—187.
8. Earle, E. D. and R. W. Langhans. 1975. Carnation propagation from shoot tips cultured in liquid medium. HortScience 10 : 608—610.
9. Kever, C., M. Coumans, M. F. Coumans-Gilles, and T. Gaspar. 1984. Physiological and biochemical events leading to vitrification of plants cultured in vitro. Physiol. Plant. 61 : 69—74.
10. Kever, C. and T. Gaspar. 1986. Vitrification of carnation in vitro : change in water content, extracellular space, air volume and ion levels. Physiol. Veg. 24 : 647—653.
11. Leshem, B. 1983. Growth of carnation meristems in vitro. Anatomical structure of abnormal plantlets and the effect of agar concentration in the medium on their formation. Ann. Bot. 52 : 413—415.
12. Leshem, B. 1988. Cytokinin : The primary inducer of vitrification. Agricell Report 10 : 46.
13. Letouze, R. and F. Daguin. 1983. Manifestation spontanee et aleto rie d'une croissance anormale en culture in vitro. Recherchede marqueurs metaboliques. Rev. Can. Biol. Exp. 42 : 23—28.
14. McLaughlin, J. and D. F. Karnosky. 1988. Cytokinin : The primary inducer of vitrification. Agricell Report 10 : 46.
15. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15 : 473—497.
16. Paques. M. and P. H. Boxus. 1984. Comparative studies of vitreous and non-vitreous plantlets of apple rootstock M-26 cultivated in vitro. Abstr. 4th Congt. FESPP, pp. 282—283, Strasbourgh, France.
17. Phan, C. T. 1991. Vitrifiication : cause and prevention. Agricell Report 16 : 21.
18. Phan, C. T. and R. Letouze. 1983. A comparative study of chlorophyll, phenolic and protein contents, and of hydroxycinnamate : CoA-ligase activity of normal and 'vitreous' plants (*Prunus avium* L.) obtained in vitro. Plant Sci. Lett. 31 : 323—327.

19. Riffaud, J. L. and D. Cornu. 1981. Utilisation de la culture in vitro pour la multiplication de merisiers adultes (*Prunus avium* L.) selectionnes en foret. Agronomie 1 : 633—640.

20. Vieitez, A. M., A. Ballester, M. C. San-Jose, and E. Vieitez. 1985. Anatomical and chemical studies of vitrified shoots of chestnut regenerated in vitro. Physiol. Plant. 65 : 177—184.

21. von Arnold, S. V. and T. Eriksson. 1984. Effect of concentration of agar on growth and anatomy of adventitious shoots of *Picea abies* (L.) . Plant Cell Tissue Organ Culture 3 : 257—264.

22. Ziv, M. 1990. Transition of plants from in vitro cultures to establishment in vivo. Agricell Report 15 : 3.

23. Ziv, M., G. Meir. and A. H. Halevy. 1983. Factors influencing the production of hardened glaucous carnation plentlets in vitro. Plant Cell Tissue Organ Culture 2 : 55—65.

Effects of Medium Composition on the Vitrification of Carnation Plantlets Cultured In Vitro[1]

Hsin-Mei Ku and Hsin-Sheng Tsay[2]

Summary

Vitrification of carnation plantlets cultured in vitro is characterized by the appearance of water-soaked translucent stem and leaves. It is detrimental to the successful transplanting of these plantlets to the field. The purpose of this study was to evaluate medium composition for the percentage and degree of vitrification in carnation plantlets derived from shoot-tip culture. The percentage of plantlets vitrification was significantly higher in liquid culture than in solid-medium culture. Comparison between the effects of gelling agents showed that Gelrite-containing medium produced severer vitrification than Difco agar-containing medium. The degree of vitrification decreased with increasing concentration of Difco agar in the medium. The addition of cytokinins, either benzyladenine (BA) or 6-furfurylaminopurine (kinetin), increased markedly the percentage of vitrified plants. The effect was more pronounced at high cytokinin concentrations. BA-containing medium produced more serious vitrification than kinetin-containing medium. Higher ratios of NO_3^- to NH_4^+ in the medium could prevent the vitrification of carnation plantlets. Ratios of 1-2 resulted in the highest number of adventitious shoots. In conclusion, the medium containing 1/2 MS basic salts supplemented with 3% sucrose, 0.9% agar, and 0.5 ppm BA (pH 5.7±0.1) was ideal for both mass propagation and reduced vitrification of carnation plantlets. Cytohistological examinations revealed that the leaves of vitrified plants were lack of clear differentiation between palisade and spongy mesophyll cells. The large and empty cells were predominant in palisade and spongy mesophyll. The stems showed less differentiated tissue and the cortical and pith parenchyma contained enlarged cells as compared to the stems of normal plantlets.

Key words : Carnation (*Dianthus caryophyllus* L.), Tissue culture, Vitrification, Cytohistological examination.

---

1. Contribution No. 1705 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Research assistant and Senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

Chemical Pruning and Induction of Panicles in Mango (*Mangifera indica* L.) [1]

Zen-Hong Shu[2]

Abstract: Three chemicals were compared for their ability to cause mango apical panicle destruction and axillary panicle induction in order to save the labor used in hand deblossoming. The results showed that ten days were required to kill the treated panicles. Two more weeks were neesded for the initiated axillary buds to reach a lenght of 0.5 cm. The initiation period needed, however, increased with the length of panicles treated. Side effects caused by these panicle-killing chemicals and possible measures to lessen the injury severity are also discussed. About fifty percent out of all the treatments were successful in axillary panicle induction. The adequate spraying concentrations recommended are: cycloheximide: 0.25 g/l, dinoseb: 0.5 ml/l, PCP: 5.0 g/l.

Key words: Mango, Axillary panicle, Chemical pruning, Induction.

INTRODUCTION

Several practical advantages have been found in the induction of axillary panicles of mango. The primary advantage is to assure a good crop by escaping from or by making up the damages to the panicles caused by prevailing low temperature, frost and incessant rain [16,19]. Another benefit is to provide a remedy for trees render unproductive by malformation [10,13]. In recent years, moreover, orchard owners in the central part of Taiwan have used this technique to produce off-season mango fruits[18]. Shu[17] reported some basic data in axillary panicle inducton by hand pruning for mangos in Taiwan. However, to induce panicles with hand pruning in large scale is cumbersome and costly. Pal and Chadha[13] reported that 3-(-(3,5 dimethyl-2-oxycyclohexyl)-2-hydroxyethyl)-glutarimide (cycloheximide) can be used successfully in panicle pruning in mango. A desiccant chemical, 2-sec-Butyl-4,6-Dinitro-phenol (dinoseb), was used commercially in increasing the bearing capacity of mango by removal of early-season inflorescences in Israel[5]. Pentachloro-phenol monohydrate, sodium salt (PCP) was used as a dormancy-breaking agent in pear[9]. The three above-mentioned deblossoming chemicals were evaluated in this study to try to reduce labor cost used in hand deblossoming.

1. Contribution No. 1706 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Horticulturist, Department of Tropical Fruit Trees, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

MATERIALS AND METHODS

Panicles of 5-7 cm and 15 cm in length of eight-year-old 'Haden' mango trees, located in Fengshan Station, were selected as experiment materials. Five replicates of four treatments were initiated with each replicate consisted of five panicles. The twenty-five panicles in each treatment were sprayed with either cycloheximide, dinoseb or PCP by hand sprayers to run-off on January 29 and February 11, 1983. Trees sprayed with water were served as controls. The formulation, active percentage, concentrations and pHs of the chemicals used are listed in Table 1.

Table 1. Concentrations and pHs of the chemicals used in the pruning of mango panicales

Chemical	Formulation and active percentage	Contentration	pH
Cycloheximide[z]	Pure chemical, powder	0.50g/l	10.3
	(Sigma C6255)	0.25g/l	9.8
Dinoseb[y]	Pure chemical, lipuid	1.0ml/l	5.4
	(Sigma B8387)	0.5ml/l	5.4
PCP[x]	86% granule	7.5g/l	8.2
		5.0g/l	8.0
Hand pruning (Water control)	—	—	6.9

[z] 3-(2-(3,5 dimethyl-2-oxycyclohexyl)-2-hydroxyethyl)-glutarimide
[y] 2-sec-Butyl-4,6-Dinitro-phenol
[x] pentachloro-phenol monohydrate, sodium salt

RESULTS

As there was no statistical difference in panicle killing effect and degree of injury between the two concentrations used in each chemical treatment, the data shown in Table 2,3 and 4 were the results of the low concentration sprays. It took 6 to 11 days for 5-7 cm panicles to wither after the chemical spraying treatments and 15 to 22 more days for new panicles to emerge (Table 2). Dinoseb and hand pruning took significantly shorter time both in the killing of apical panicles and initiation of axillary panicles (Table 2). Destruction of panicles of 15 cm in length had a similar trend, but the periods required for panicle killing and bud initiation in 15-cm panicles were both longer than the 5-7 cm panicles (Table 2).

With the exception of hand pruning, all three chemicals caused burning injury to some extent on the leaves or stems of the treated shoots. The percentages of injured leaves or branches differed either among chemicals or srpaying dates (Table 3). Cycloheximide spraying caused 50% of the leaves severely burned in the February spray. However, there were only 5% of the leaves injured in the January treatment. Similar results were also found in dinoseb and PCP treatments. Cycloheximide and dinoseb were destructive both to panicles and leaves, whereas PCP caused petiole burning. About fifty percent out of all the treated shoots for all three chemicals were successful in axillary panicle formation (Table 4).

There was no difference, in terms of subsequent growth and development, between the axillary panicles induced either by hand or chemical pruning.

Table 2. Days required for killing and initiation of axillary buds under different panicle-pruning treatments

Treatments	Killing of apical panicales		Initiation of axillary panicales[z]	
	5-7cm	15cm	5-7cm	15cm
Cycloheximide	9.5a[y]	10.7a	21.7a	30.5a
Dinoseb	6.5b	7.7b	16.0bc	21.9bc
PCP	10.5a	11.2a	18.7ab	32.3a
Hand pruning+water	0.0c	0.0c	15.0bc	17.7c

[z] records taken when axillary bud is 0.5 cm long.
[y] mean separation in columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$.

Table 3. Percent and position injured following chemical-pruning treatments

Treatments	Dates	% injured shoots	Position
Cyloheximide	Jan 29	5 e[z]	leaves next to or
	Feb 11	50 a	under the panicales treated
Dinoseb	Jan 29	10 cd	leaves and petioles
	Feb 11	40 ab	next to or under the panicles treated
PCP	Jan 29	10 cd	petiole next to or
	Feb 11	40 ab	under the panicales treated
Hand pruning	Jan 29	0 f	—
+water	Feb 11	0 f	—

[z] mean separation in columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$ (percentages were transformed into degrees of angle before statistical analysis).

Table 4. Effect of chemical, treatment date and panicle length pruned on the emerging percentage of axillary panicle in 'Haden' mango

Treatment	January 29th		Feburary 11th	
	5-7cm	15cm	5-7cm	15cm
Cycloheximide	48b[z]	44b	44b	44b
Dinoseb	52b	40b	56b	48b
PCP	52b	48b	48b	44b
Hand pruning	96a	92a	92a	88a

[z] mean separation in columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$.

DISCUSSION

There was a distinct difference between the 5-7 cm and the 15 cm panicles in their abilities to induce axillary panicles (Table 2). A similar result was reported by Shu[(17)], when the quantity of axillary panicles formed was closely related to the age of mango branches.

This can be explained either by the difference of the nutrient status or the physiological activities of the branches under the panicles treated, *i. e.* the longer the panicles has grown, the less active and/or less nutrients can the branches supply to the new growth.

Although Pal and Chadha[13] had a parallel consequence, the initiation of new flower buds in this study took substantially more days than that of the results of Reece *et al.*[14,15], Shen and Huang[16], Shu[17] as well as Shu and Sheen[18]. The result together with the low percentage in the initiation of the axillary flowers may be due to the physiological condition differences of the plants *per se* and the blocking effect of the dried panicles on the treated branches. Chemicals for stimulating and increasing the sprouting and growth of axillary buds have been widely used in apple[8], citrus[11] and macadamia[2]. The experiment, however, failed to expedite the growth of new flower buds using BA (2,000 ppm, sprayed after flower withering, data not shown). To realize the actual reason, more research is needed.

Among the three chemicals used in the present study, only cycloheximide is an ethylene inducer[3] and abscission accelerator in the harvest of some fruits, such as Valencia orange [1] and olive[6]. In apple, however, Edgerton[4] found that undesirable leaf abscission and injuries were usually associate with the normal fruit abscission when using this chemical.

Dinoseb and PCP, sometimes used as herbicides, were grouped as a kind of desiccant by Nickell[12]. In Israel, dinoseb, named as Pri-Gdal, has been used successfully in destroying inflorescences and increasing yield without any side-effect on the leaves[5,7]. In our experiment, however, dinoseb caused severe injury on the leaves and petioles under the panicales treated (Table 3). PCP as well as cycloheximide, with their pH value higher than 8.0 (Table 1), may have acted as a caustic burner on mango plants. To try to answer this question, sodium hydroxide and sodium chloride solution with pH value higher than 11 were sprayed on mango plants. Surprisingly, neither panicles nor leaves were found to be of any harm (data not shown). The mechanism of the deblossoming effects of these chemicals needs to be explored.

The rain showered one hour after spraying on January 29 lessened the undesirable injury on mango plants to a great extent, but had the same panicle pruning effect. Report on favorable water potential was required by cycloheximide to be effective in harvest aiding as well as high relative humidity (80%) reduced leaf injury by Hartman *et al.*[6] may well explain the phenomena. In addition, sufficient water rinses after spraying to wash out the remaining chemicals could be another answer.

Temperature is the other important factor for mango axillary panicle induction. As Shu and Sheen[18] indicated that the temperature after pruning should be low and long enough for an adundant axillary flower production. As many factors may involve in the fruit setting and the subsequent development in mango, investigation on the fruiting of those axillary panicles induced after chemical pruning was not executed.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks are due to Council of Agriculture of the Republic of China for supporting this study and to Dr. S. C. Lin for correction of the manuscript.

REFERENCES

1. Addicott, F. T., 1976. Action on abscission, defoliation and related responses. In: Herbicides-Physiology, Biochemistry, Ecology. (L. J. Audus ed.), Academia Press, New York. pp. 191—217.
2. Boswell, S. B., Nauer, E. M. and Storey W. B., 1981. Axillary buds sprouting in macademia induced by two cytokinins and a growth inhibitor. HortScience 16: 46.
3. Cooper, W. C. and Henry, W. H., 1973. Shedding of Plant Parts. (T. T. Kozlowski, ed.), Academia Press, New York. pp. 476—524.
4. Edgerton, L. J., 1971. Apple adscission. HortScience 6: 378—382.
5. Gazit, S., 1975. Increasing the bearing capacity of mango by removal of early-season inflorescences. Subtropical Horticulture 93—94. Institute of Horticulture, Agric. Res. Organ., Ministry of Agriculture, Israel.
6. Hartmann, H. T., El-Hamady, M. and Whisler, J., 1976. Abscission induction in the olive by cycloheximide. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 : 781-785.
7. Kadman, A. and Oppenheimer, C. C., 1978. Some problems of cultivation of selected sub-tropical and tropical fruit crops under marginal conditions in Israel. Proc. XX International Hort. Cong., Sydney.
8. Kender, W. J. and Carpenter, S., 1972. Stimulation of lateral bud growth of apple trees by 6-benzylamino purine. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 377—380.
9. Lee, H. F., 1974. Effects of insecticides and fungicides on the leaf-drop, blossoming and fruit set of 'Hengshan' pear. (*Pyrus serotina* Rehd.). J. Chenese Soc. Hort. Sci. 20: 1—7.
10. Majumder, P. K., Sharma, D. K., Singh, M. P. and Singh, R. N., 1976. Improve productivity of malformed mango trees. Indian Hort. 20(4): 7—8.
11. Nauer, E. M. and Boswell, S. B., 1981. Stimulating growth of quiescent citrus buds with 6-benzylamino purine. HortScience 16: 162—1163.
12. Nickell, L. G., 1982. Plant Growth Regulators-Agricultural Uses. Springer-Verlag, Berlin. pp. 173.
13. Pal, R. N. and Chadha, K. L. 1982. Deblossoming mangoes with cycloheximide. J. Hort. Sci. 57: 331—332.
14. Reece, P. C., Furr, J. R. and Cooper, W. C., 1946. The inhibiting effect of the terminal bud on flower formation in the axillary buds of the Haden mango (*Mangifera indica* L.). Amer. J. Bot. 33: 209—210.
15. Reese, P. C., Furr, J. R. and Cooper, W. C., 1949. Further studies of floral induction in the Haden mango. Amer. J. Bot. 36: 734—740.
16. Shen, T. M. and Huang, P. C., 1980. Effect of chemical treatments and inflorescence pinching on the regulation of flowering date and fruit setting of mango tree (*Mangifera indica* L.). J. Chinese Soc. Hort. Sci. 26: 61—70.
17. Shu, Z. H. 1983. Axillary panicle induction in mango. J. Agric. Res. China 32: 32—38.
18. Shu, Z. H. and Sheen, T. F., 1987. Floral induction in axillary buds of mango (*Mangifera indica* L.) as affected by temperature. Scientia Hortic. 31: 81—87.
19. Singh, R. N., Majumder, P. K., Sharma, D. K., Sinha, G. C. and Bose, P. C., 1984. Effect of deblossoming on the productivity of mango. Scientia Hortic. 2: 399—403.

檬果藥劑摧花與腋花穗誘引[1]

許 仁 宏[2]

摘 要

檬果（*Mangifera indica* L.）摘去頂花穗誘引腋花穗的形成，在本省實際利用上有兩個方向：一是調節產期，增加收益；一是避開天災（如寒害），確保生產。由於人工摘穗在實際操作上相當費工，本研究以藥劑於元月底與二月中旬兩次摧花來誘引腋花穗。結果爲以 dinoseb, PCP 與 cycloheximide 處理頂花穗後，十天左右可使頂花穗枯萎，部分枝條在處理後二至四週後可長出腋花芽，但部分枝條則未長出，成功率約50%，但部分葉片或葉柄有藥害產生。花穗較長者處理後長出腋花芽所需時間較久，不同日期兩次摧花間沒有差異。暫訂噴用的濃度爲：cycloheximide 0.25 g/l; dinoseb 0.5 ml/l; PCP 7.5 g/l。

關鍵詞：檬果、腋花穗、藥劑修剪、誘引。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1706 號。
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所熱帶果樹系副研究員。臺灣省 高雄縣 鳳山市。

檬果青加工技術之研究[1]

黃 本 田[2]

摘要：在來種檬果青之加工最佳條件是選取青檬果五～六分熟，果核尚未變硬，果肉尚幼嫩者經去皮後果肉切成0.2～0.3公分厚之薄片，用 2％食鹽水浸漬處理後，加糖並使果肉最終糖度保持在32°Brix，糖酸比爲30：1，冷凍加工製成之品質最佳。製品經用塑膠袋包裝，用－18°C之溫度凍結貯存，可保存180天，其顏色、風味無顯著差異。青檬果之削皮與切片經利用高雄區農業改良場新開發之連續式削皮機及切片機試用結果，能節省人工提高工作效率。

關鍵詞：檬果青、檬果、加工。

檬果，俗稱「檨仔」，原產地爲印度[9]，在本省之栽培已有四百多年的歷史[8]，早期以栽培柴檨最爲普遍，成爲本省之在來種檬果。雖然其品質、風味、結果性等均佳，但因其果核大肉少且纖維多，不太適合加工利用，故在本省其大部份供作鮮食用，只少部份用於檬果汁及檬果青之製造。1954年農復會自國外引進愛文、海頓、吉祿、凱特、肯特等品種[4]，經農試所鳳山分所及嘉義分所，試驗結果顯示品質優良，結果亦十分良好，推廣之後普受果農及消費者之喜愛，其中愛文更成爲今日之經濟栽培品種[6]。於1976年及1985年，陸續有「金煌」及「臺農一號」新品種育成，目前亦成爲優良之經濟栽培品種[6]。

本省檬果之栽培面積約20,000公頃[3]，爲本省最重要之熱帶水果之一。由於各品種間之差異及栽培地區環境因素之影響，使各品種之產期，果實之利用及產銷方式亦略有不同，近年來又因栽培面積大，且產期集中，常有產銷無法均衡，甚或造成價賤傷農之現象。因此檬果青及檬果汁等之加工，除本身具有經濟價値外，更有助於解決生產過剩之問題。全省各地土檬果之檬果青加工，可提早在 2～3 月間生產[5]，成品冷凍後可保存半年以上，成爲本省聞名之「情人果」。以及近年來檬果主要產地枋寮、枋山地區之愛文檬果每年 3～4 月間因落山風等影響，落果數量估算約佔總產量20％以上[5]。六龜之金煌品種，因品種特性之關係結果率甚高而落果亦相當嚴重，每年 4～6 月其生理落果及必要疏果之青檬果數量約佔總產量之60％左右[5]，三者合併估算全年可製檬果青之原料數量相當可觀。

因此青檬果之加工開發利用更感迫切需要，最近鮮果市場對品質要求愈來愈嚴格，爲了要提高成熟果之品質，除加強一般栽培管理外，尤應著重適當疏果，疏果下來的青檬果，若能加以妥善加工利用，對果農之收益有很大之助益。

在檬果青的製造過程中以削皮及切片最爲費工，過去曾爲加工業者之一大困擾。最近高雄區農業改良場新開發之連續式削皮機及切片機[7]，對青檬果加工利用之發展，將有很大的幫助。本試驗目的即在利用該加工機械來配合本研究之加工技術，相信將來不但能提高檬果青之品質且能提高加工效率，增加果農及加工業者之利潤。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1707 號。
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

材料與方法

一、材　料

以檬果（Mangifera indica L） 品種一在來（Local cultivar）、愛文（Ivwin）、海頓（Haden）等三種品種，果核變硬前之青檬果爲試驗材料。產期在 1～3 月，產地爲屏東縣三地鄉及枋山鄉。

二、試驗方法

㈠削皮、挖種子、切片:將檬果原料清洗人工削皮、挖去種子後切成厚度0.2～0.3公分薄片，或使用高雄區改良場之連續式削皮機進行機械削皮（其適用範圍爲果實直徑 3～6 公分、長度 5～8 公分之青檬果）。削皮後之整粒青檬果再用人工剖成兩半片，挖去種子然後再用切片機切成0.2～0.3公分厚度之薄片。

㈡鹽水處理：將上述檬果薄片以 1、2、3%不同濃度之之食鹽水及2%（乾鹽重／果肉重）之乾鹽浸漬處理六小時。

㈢糖漬處理：於 5°C冷藏庫內糖漬，糖液與果肉之比例以重量計爲1.5：1糖漬，時間約24小時，最後果肉之糖度爲 Brix 30～32°。

㈣包裝：用普通塑膠袋包裝，糖液與果肉之比例以重量計爲 1：1，每袋裝300公克後熱封口。

㈤冷凍：包裝後送入－18°C之冷凍庫內，凍結後即爲成品。

三、分析方法

㈠糖度或可溶固形物：取青檬果果肉及檬果青成品用榨汁機榨汁，汁液使用 ATAGO 屈折計測定並以°Brix 表示結果。

㈡酸度：取青檬果果肉及檬果青成品樣品，用榨汁機榨汁過濾後以0.1%酚酞爲指示劑，用0.1 N NaOH 滴定，結果以檸檬酸含量百分比表示。

㈢ pH：將青檬果果肉及檬果青成品，經榨汁所得之汁液用 August Sauter Gmlh D-7470之 pH 計測定之。

結果與討論

一、不同成熟度之在來種青檬果對成品品質之影響

青檬果成熟度，硬核時設定爲70%以下分成七個等級，最低成熟度10%，設定爲果重10克以上者，由圖 1 得知青檬果之糖度（以 Brix 表示）隨成熟度增加而提高，成熟度10%時爲3.1°Brix ，成熟度增加至果核開始變硬時升至7.1°Brix。由圖 2 得知酸度在硬核以前仍隨成熟度增加而增加，以果實成熟度10%時，酸度爲1.65%爲最低，成熟度70%硬核時酸度爲最高達2.45%，若成熟度超過70%，即硬核後酸度則隨成熟度增加而減少[1]。由圖 3 得知 pH 值即隨成熟度之增加而降低，成熟度10%時 pH 值最高爲3.10，以成熟度70%硬核時最低爲2.69。由此顯示在硬核以前之青檬果果肉之酸度隨成熟度之增加而增強。

由以上所得結果獲知，要得到品質良好檬果青加工材料，必須採取檬果硬核前之高成熟度，果肉具備足夠糖和酸含量並幼嫩者，因此成熟度50～60%之青檬果爲製作檬果青之最佳材料。成熟度70%以上者雖然含酸量高風味佳，但因果核變硬，果肉切片困難且果肉纖維變粗硬，影響成品品質，因此不適於作爲檬果青之原料。成熟度40%以下之小粒果則因含酸量低，風味淡，而且小粒果削皮更費工及加工利用率低等因素而不適於加工製造。

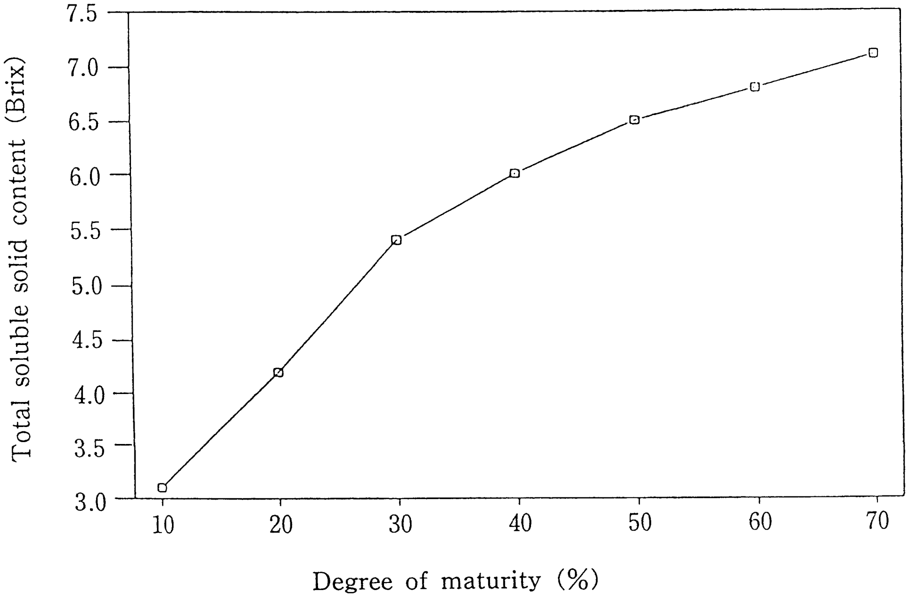


圖 1. 在來種青檬果不同成熟度之糖度變化

Fig. 1. Changes of total soluble solid contents of green mango fruits of local cultivar at various degree of maturity.

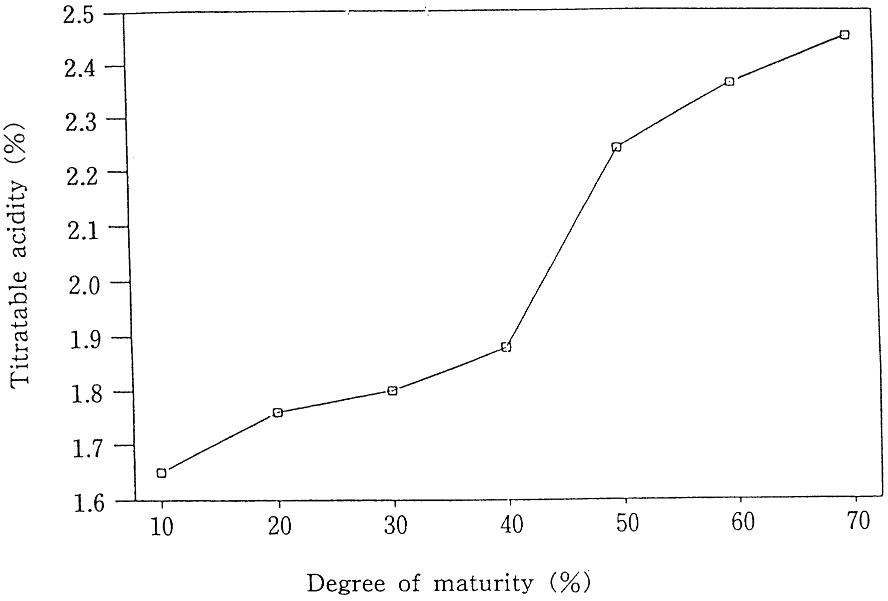


圖 2. 在來種青檬果不同成熟度之酸度變化

Fig. 2. Changes of titratable acidity of green mango fruits of local cultivar at various degree of maturity.

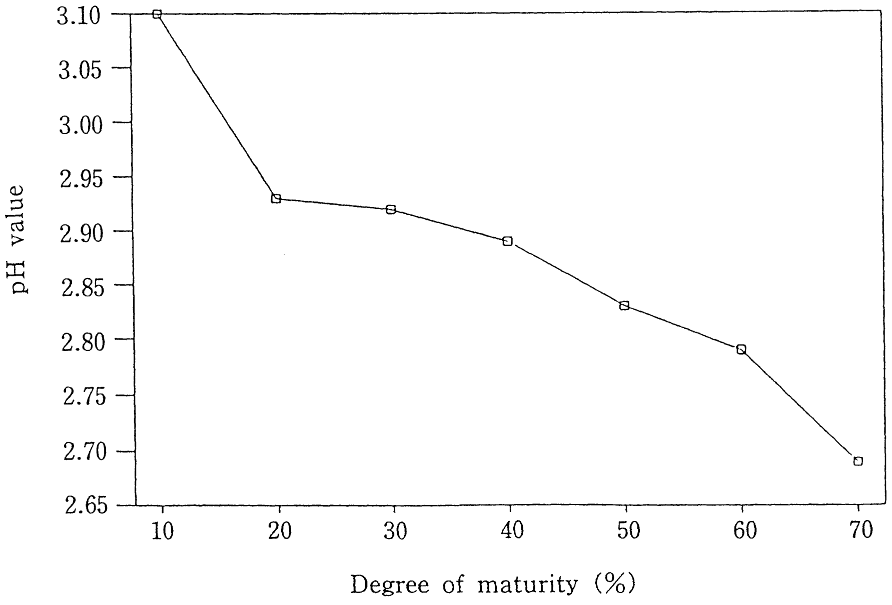


圖 3. 在來種青檬果不同成熟度之 pH 值變化
Fig. 3. pH value change of green mango fruits of local cultivar at various degree of maturity.

二、在來種不同果重青檬果加工利用率

由圖 4 結果顯示在來種之青檬果果粒愈重，果肉之利用率越高；如果粒重100克者果肉利用率高

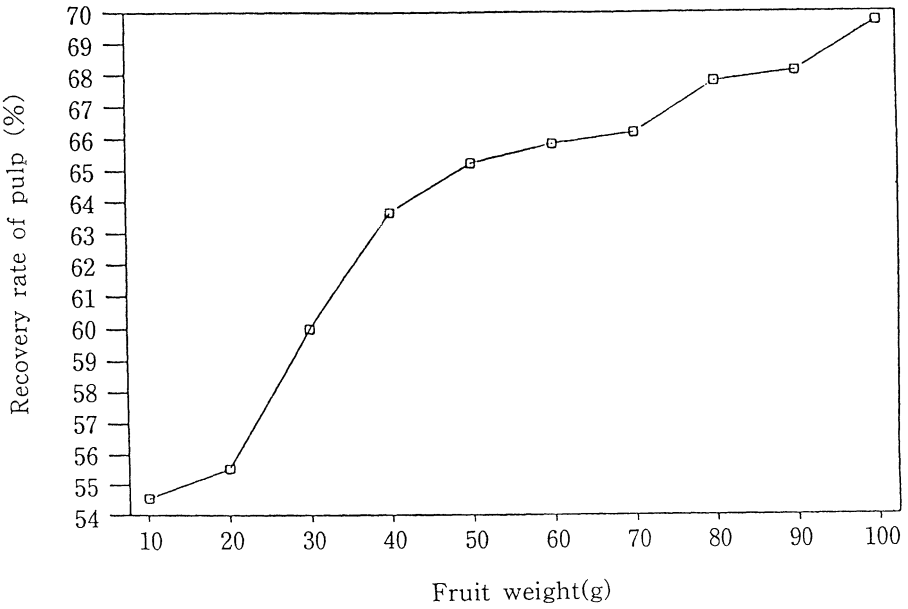


圖 4. 不同果重青檬果之果肉利用率
Fig. 4. Recovery rate of pulp at various green mango fruits weights of local cultivar.

達69.7%，果粒重10克者利用率只有54.5%。由此可知檬果青加工所用之青檬果，以果肉利用率而言，大粒果比小粒果之加工利用價值高，小粒果不但果肉利用率低，且因削皮更費工，更增加加工成本。

三、不同鹽水濃度處理對在來種檬果青品質之影響

由表1結果顯示利用不同濃度之鹽水處理，以2%鹽水處理所得之結果最佳，即無論成品之顏色、脆度及形態都比其他處理者更佳。過去傳統之檬果青加工都將食鹽直接灑於果肉上，即一層果肉一層鹽，既費工所得效果又差，灑乾鹽之缺點是因其果肉暴露於空氣中，進而由於酵素作用而使果肉漸漸變成暗綠色，脆度差且果肉因吸收高鹽分，部份水分流出致使果肉有收縮現象，影響成品外觀至巨。

表1. 不同鹽水濃度處理對檬果青品質之影響
Table 1. Effect of salting on the quality of green mango pickles

Item[z]	Brine concentraiton			Dry Nacl (2%)
	1%	2%	3%	
Color	light green	light green	light green	dull green
Crispness	good	excellent	good	poor
Appearance	fullness	fullness	fullness	shrink
Grade	good	best	good	poor

[z] Tested cultivar was local cultivar.

四、不同品種檬果青製品之品質比較

製造檬果青時對其品質影響最大者爲果肉本身之酸度與風味[6]。適宜的酸度加上有濃郁之香味是製檬果青的先決條件。由表2結果顯示，在來種檬果青調配四種不同糖酸比（即25：1，30：1，35：1，40：1）其中以30：1所得之成品，酸甜適當，最具有濃郁之原風味，糖酸比25：1者稍酸不甜，糖酸比40：1者過甜，都不容易呈現檬果原風味，因此成品風味不佳。由此可知在來種檬果青成品之糖酸比以30：1者最佳。表3結果顯示在來種之風味，在所有試驗之各品種當中屬最濃郁芳香，因爲有足夠的酸度並配合濃度較高的糖水（32°Brix），使其糖酸比爲30：1之程度，即產生濃郁之風味。愛文及海頓之酸度比較低，因此使用之糖水濃度也要低。愛文使用糖水（24°Brix），海頓使用糖水（25°Brix），其糖酸比接近於30：1之程度始能呈現較好風味。在三個試驗品種之不同酸度條件下，以不同糖度處理使其達糖酸比爲30：1情況下，以在來種之風味最濃香，最有檬果原風味。愛文、海頓品種雖然風味稍淡，但在能注意其適當糖酸比之調配，也能發揮其原風味而爲消費者接受。

表2. 在來種檬果青不同糖酸比對風味之影響
Table 2. Effects of various sugar to acidity ratios on the flavor of green mango pickles of local cultivar.

Sugar/Acidity	Sugar (Brix)	Acidity (%)	Flavor
25：1	26.5	1.06	poor (too sour)
30：1	32.0	1.06	best
35：1	37.0	1.06	good (too sweet)
40：1	42.0	1.06	poor (too sweet)

表3. 各品種檬果青成品之品質調查

Table 3. Quality of green mango pickle products made from various mango varieties.

Varieties	Sugar (Brix)	Acidity (%)	pH value	Sugar/Acidity	Flavor
Local cultivar	32°	1.06	2.57	30：1	strong fragrant
Ivwin	24°	0.78	2.80	30：1	Fragrant
Haden	25°	0.81	2.77	30：1	Fragrant

五、貯存溫度對檬果青成品保存期間之影響

將檬果青成品經－18°C一天完全凍結後取出置於不同溫度條件下觀察成品之貯存時期，即放置於室溫（25～30°C），3～5°C冷藏庫及繼續存於－18°C冷凍庫內三種不同處理，其結果成品於室溫下只可放置一天即失去商品價值，如在3～5°C之低溫下放置保存7天，但如繼續放置於－18°C之冷凍庫內，可保存180天以上，其成品品質仍能保持其良好風味，由此可知檬果青成品加工後必須繼續存於－18°C冷凍庫以待銷售。成品在室溫下只可放置一天即表示成品由冷凍庫取出後，應在短時間內食用，最好能在尚未完全解凍時食用，此時之脆度、風味最佳，若成品完全解凍後脆度及風味就漸漸消失，失去成品之原風味。

六、連續式削皮機與切片機對在來種青檬果作業試驗調查

表4. 人工與削皮機對在來種青檬果削皮工作效率比較

Table 4. Comparison on work efficiency by peeling machine and by hands to peel the green mango fruito of local cultivar.

Item	Type of peeling	
	by hand	peeling machine
Peeling rate (%)	100	95.0
Processing capacity (Kg/hr)	16	105.0
Working efficiency[z]	1	6.6

[z] Working efficiency = $\frac{\text{procssing capacity by peeling machine}}{\text{processing capacity by hands}}$

表5. 人工與切片機對在來種青檬果切片工作效率比較

Table 5. Comparison on work efficiency by slicing machine and by hands to slice the green mango fruits of local cultivar.

Item	Type of slicing	
	by hand	slicing machine
Processing capacity (Kg/hr)	35	280
Working efficiency[z]	1	8

[z] Working efficiency = $\frac{\text{processing capacity by slicing machine}}{\text{processing capacity by hands}}$

由表4結果顯示，利用連續式削皮機進行青檬果削皮工作，雖然去皮率只有95%，尚有極小部份需要用人工再一次整修，但所費人工作業時間不多，以整體而言，削皮機每小時作業能量有105公斤，人工只有16公斤，其工作效率能提高6.6倍。由表5得知，利用切片機進行青檬果切片工作，切片機每小時作業能量280公斤，人工切片每小時只有35公斤，其切片機之作業效率能提高8倍，且厚度

一致，能提高成品品質。

由以上試驗得知連續式削皮機及切片機在檬果青加工作業上，能提高工作效率、節省人工，且可以解決目前加工業者最感人工缺乏之困擾，因此使用該機械配合本研究之加工技術，本省之檬果青加工事業能有更具發展潛力。

誌　　謝

本研究部分經費承行政院農業委員會補助，文承國立臺灣大學食品科技術研究所副教授游若簌博士及本所鳳山分所經營利用系主任王惠亮博士斧正，特此誌謝。

引用文獻

1. 王家仁、林欣枋、陳建生。1984。芒果蜜餞加工。食品工業發展研究所報告 338 號。5 頁
2. 仇志強、危貴全、陳曉滌、許雅蓮。1990。臺灣地區水果營養成份分析。食品工業發展研究所報告 599 號。3 頁
3. 臺灣省政府農林廳。1993。臺灣農業年報。119 頁
4. 臺灣省政府農林廳。1989。臺灣芒果調查報告。1 頁
5. 黃本田。1993。高屏地區青檬果開發利用。果農合作 552：34-37。
6. 黃本田。1993。檬果青加工利用。鳳山熱帶園藝試分所專報。1—2 頁。
7. 高雄區改良場。1993。青芒果去皮機與切片機示範觀摩會簡報。2 頁
8. 曾錫恩。1977。檬果栽培。臺灣省農林廳。1—2 頁。
9. 廖敏卿。1985。臺灣水果集。家庭園藝叢畫。34—35 頁。

Studies on the Processing of Green Mango Pickles[1]

Pen-Tien Huang[2]

Summary

The optimal condition for the processing of green mango pickles of local cultivar were ：(1) choosing green mango frouits, which of 50～60% maturity when the pit had not harden and the pulp was still tender, (2) peeling and cutting the pulp into 0.2 to 0.3 cm slices, and then dipping in 2% brine solution, (3) additing sugar syrup to maintain the final sugar content of fruit pulp at 32°Brix, and ratio of sugar and acidity to be 30：1, and (4) then packaging the green mango pickles with plastic bag and preserving at −18°C. The results showed that be preserved at −18°C, the product could be stored for 180 days. Moreover, it showed that we corld save much manpower and make the processing much more efficient by using the novel peeling and slicing machine, which was developed by the Kaoshiung District Agricultural Improvement Station.

Key words：Green mango pickles, Mango, Processing.

1. Contribution No. 1707 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was partly supported by Council of Agricuture of the Republic of China.
2. Assistant of Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

臺灣地區平地日射量之估算分析[1]

陳琦玲[2] 林正錺[3] 劉滄棽[2]

摘要：鑑於全省平地氣象觀測站觀測資料之不足與日射量在氣象資源應用上之需要，而日照時數為許多測站之觀測氣象要素之一，又為日射量之重要的相關氣象要素，本文乃以全省平地記錄較完整的測站資料，進行各測站以日照時數為主要因子之日射量估算經驗式分析，分析結果顯示中央氣象局測站之相關係數皆大於0.8，其他單位之專用觀測站亦達統計上之顯著或極顯著相關。各測站所求得之地域參數可作為附近地區日射量之估算。以統計 t-test 進行實測與估算日射量旬平均之比較，顯示中央氣象局各測站中，除了高雄測站以外，以五～七年資料作為估算式分析之統計依據以預測未來日射量已具代表性，而高雄測站日射量逐年減低之原因，值得進一步探討。

關鍵詞：日照時數、日射量。

太陽輻射不僅供給地球絕大部份的能量，且影響生物生育與地表水文收支平衡，一向為農業氣象與環境科學等各方面研究者所重視。但一般氣象站在光照方面之量測，通常都只觀測日照時數，較少同時觀測日射量。不過，在各項氣象要素中與太陽輻射量關係最密切者為日照時數[6]，而且日照時數之量測較為單純，其量測數據通常較日射量數據具有較高的信賴度[1]。因此，在發現日射量量測有疑問時或日射計未再校正或故障時，常利用以往實測日射量與日照時數的關係式來推算日射量。

有關以日照時數推算日射量研究，首推1924年 Ångström 所建議之估算式[9]：

$$Rs = Rc\,[a + (1-a)(n/N)] \quad \cdots\cdots (1)$$

式中，Rs：全天日射量 (Global solar radiation)

Rc：完全碧空之入射量 (Solar radiation of perfectly clear day)

n：實測日照時數 (Bright sunshine duration)

N：可能最大日照時數 (Maximum possible duration of sunshine)

a：地域性參數

由於「完全碧空」之輻射量缺乏明確之定義，Ångström (1924) 建議之估算式在應用上遭到判斷「完全碧空」之困難與不便，於是 Prescott (1940) 修正了 (1) 式得

$$Rs = Ra\,[a + b(n/N)] \quad \cdots\cdots (2)$$

式中 Ra 為大氣層外之水平輻射量，a、b 為地域性參數[21]。a、b 值因觀測站之地理位置、季節變遷及地區氣候特性不同而不一致，大體上，a 值約為0.15～0.40，b 值約為0.27～0.68，緯度愈高，a 值愈小，b 值反而愈大[10,17,19]。在此之後，相繼有許多專家從事此方面研究，其目的在尋求正確的經驗式，以估算地區性日射量。在國外研究方面較著名的有 Penmen (1948) 於英國東南方 Rothamsted 地方，以月為計量期距，推薦下式[20]：

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1708 號。
2. 本所農化系助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。
3. 國立中興大學土壤研究所教授。臺灣省 臺中市。

$$Rs=Ra〔0.18+0.55(n/N)〕 \quad \cdots(3)$$

國際糧農組織 FAO 檢驗自北緯60度至1度，南緯36度至 1 度所有 a、b 兩地域性常數值，以實用觀點，推薦下式[13]：

$$Rs=Ra〔0.25+0.50(n/N)〕 \quad \cdots(4)$$

以上 (3) 與 (4) 式，在資料缺乏無法予以校正地區受到普遍之採用。

在國內此研究方面，首推顏 (1974) 曾以 (2) 式，求得臺北、花蓮、宜蘭地區之 a、b 值，臺南地區因分析結果顯示無相關，故相關式不成立[8]。當時使用的日射計皆爲魯卑支式，儀器量測之誤差較大。

唐 (1979) 以月爲計量期距，分析1967～1977年臺灣糖業研究所之晴空日射量與日照時數之關係，求得 b 值大於1之下式，以估算臺南地區晴空時之日射量[3]：

$$Rs=Ra〔0.2745+1.066(n/N)〕 \quad \cdots(5)$$

由於此乃基於無雲晴空之日射量分析，忽略了雲量之影響，在應用上稍受限制。

黃與徐 (1982) 依據中央氣象局1974～1980年氣候資料年報月平均資料，探討臺灣地區七個測候站日照時數與日射量之關係，首求出各地之 a、b 值[6]。徐與宋 (1987) 又再以1979～1985年 (臺北測站爲1974～1985年) 修正七個測站之 a、b 值[5]。

林與蘇 (1986) 爲配合臺灣地區建築物理環境計畫上需要，乃引用日本吉田氏根據日本硫球附近的日射量數據，求得下列迴歸式[1]：

$$Rs=(0.146+0.534n/N+0.036\sinh)Ra \quad \cdots(6)$$

h：該月15日南中時太陽高度

估算臺灣各地月平均日射量，並繪製臺灣地區日射量分布圖。但由於直接引用日本之經驗式，故應用在臺灣各地難免呈現不同程度之誤差。各地月平均日射量估算値與實測値之相關係數不如徐與宋 (1987) 所求得者。

依據 lqbal (1983) 之建議，有關式 (2) 中 a、b 值之分析，乃以月計或旬計日射量較爲合理亦普遍[16]。爲配合作物需水量之估計，施與黃 (1987) 乃以1979～1983年臺南學甲地區資料以旬計方式進行式 (2) 中 a、b 值之檢定，並比較1984年實測日射量與估算値之差異，其 $r=0.957$，而 $a=0.2$，$b=0.43$[2]。其中有關 Ra 與 N 值之計算乃參考 lqbal 之公式[16]。葉 (1990) 乃引用同樣公式，計算中部地區每日之 Ra 與 N 值[7]。

本研究爲配合作物生育期與生產之模擬研究中，每日日射量資料之需求，仍引用 lqbal (1983) 之 Ra 與 N 估算公式[16]，以日資料爲計量期距，求出臺灣各氣象站之日射量估算經驗式，並以中央氣象局各測站資料進行日射量估算式之預測準確性分析。

材料與方法

由於山區地形變化複雜，日射量的變化較大，本文暫不討論。目前臺灣全省平地氣象站中有較完整的日照小時與日射量量測者如表 1，其中尤以中央氣象局氣象站的管理與記錄較完整，但因各測站在早期採用舊式儀器量測時，資料之可信度低，如嘉義測候站採用魯卑支氏日射計，儀器感應較不靈敏，故日射量測値偏低[6]，宜蘭測候站某些年間之測値有高於800cal/cm^2/day，甚至高於900cal/cm^2/day者，亦可能是儀器誤差。因此本文乃選用中央氣象局各測站使用熱電偶式日射計量測後之資料，進行日照時數與日射量相關研究及日射量估算式之適用性分析。各測站日照時數之量測都採用康培司托克氏日照計。除了中央氣象局氣象站外，專業氣象觀測站亦有同時觀測日照時數及日射量者，如高雄改良場1978年起即啓用熱電偶式日射計量測日射量，其他各區改良場在1987年後，陸續改爲一級測站，都有日照時數與日射量的量測，又臺糖公司部分測站有些在早年即有日射量量測，有些持續至

今仍有量測。雖然這些記錄資料較零散，但本文亦將採用各測站記錄資料進行分析，以提供更多觀測點參考。各測站之基本資料如表1。

表1. 各氣象站基本資料

Table 1. Basic information of the weather stations in Taiwan.

station no.	city/ county	town/ borough	institute	north latitude	east longitude	altitude m.
1. Central Weather Bureau						
46692	Taipei		Taipei weather station	25° 02′	121° 30′	6
46749	Taichung		Wuchi weather station	24° 16′	120° 31′	7
46777	Taichung	Wuchi	Taichung weather station	24° 09′	120° 41′	84
46748	Chiayi		Chiayi weather station	23° 30′	120° 25′	27
46741	Tainan		Tainan weather station	23° 00′	120° 12′	14
46744	Kaohsiung		Kaohsiung weather station	22° 34′	120° 18′	2
46759	Pingtung	Hengchun	Hengchun weather station	22° 00′	120° 44′	22
46766	Taitung		Taitung weather station	22° 45′	121° 09′	9
46699	Hualien		Hualien weather station	23° 59′	121° 36′	16
46708	Ilan		Ilan weather station	24° 46′	121° 45′	7
2. Chiana Irrigation Association						
12057	Tainan	Chiali	Hsuehchia Upland Crop Irrigation Experiment Station	23° 13′	120° 11′	4
3. Taiwan Sugar Company						
52F03	Taichung		Taichung Sugar Factory at Shuichehtou	24° 11′	120° 36′	150
52J20	Yunlin	Huwei	Huwei experiment station, Taiwan Sugar Research Institute	23° 43′	120° 26′	24
52K13	Yunlin	Tungshih	Tungan Farm, Huwei Sugar Factory	23° 43′	120° 16′	10
52L76	Chiayi	Taipo	Tungshihliao Farm, Suantou Sugar Factory	23° 28′	120° 18′	9
51L87	Chiayi	Talin	Tapumei Farm, Talin Sugar Factory	23° 36′	120° 30′	65
52N11	Tainan		Taiwan Sugar Research Institute (T.S.R.I.)	22° 58′	120° 13′	22
52030	Tainan	Liuying	Hsinying Sugarcane Experiment Station, (T.S.R.I.)	23° 18′	120° 19′	14
52P43	Kaohsiung	Chishan	Chiwei weather station, Chishan Sugar Factory	22° 53′	120° 29′	44
51P53	Kaohsiung	Hsiaokang	Hsiaokang Sugar Factory, Pingtung Sugar Factory	22° 33′	120° 20′	4
52Q04	Pingtung		Pingtung Experiment Station, Taiwan Sugar Research Institute	22° 40′	120° 30′	24
52S50	Taitung		Fenglo weather station, Taitung Sugar Factory	22° 47′	121° 03′	52
52T48	Hualien	Kuangfu	Tanung weather station, Hualian Sugar Factory	23° 38′	121° 25′	190
4. Taiwan Salt Works						
60L51	Chiayi	Putai	Putai Salt Work	23° 20′	120° 10′	2
60N08	Tainan		Tainan Salt Work	22° 58′	120° 12′	2
5. District Agricultural Improvement Station(D.A.I.S.)						
72C44	Taoyuan	Hsinwu	Houchuan weather station, Taoyuan D.A.I.S.	24° 57′	121° 02′	34
72G60	Changhua	Tatsun	Taichung D.A.I.S.	24° 01′	120° 30′	19
72Q01	Pingtung		Kaohsiung D.A.I.S.	22° 40′	120° 30′	24
72S20	Taitung	Peinan	Banjiou Experiment Field, Taitung D.A.I.S.	22° 50′	121° 04′	240
72T25	Hualien	Chian	Chian weather station, Hualien D.A.I.S.	23° 58′	121° 35′	36
72U48	Llan	Sanhsing	Lanyang Experiment Field, Hualien D.A.I.S.	24° 42′	121° 42′	27

6. National Pingtung Polytechnic Institute						
A0R08	Pingtung	Neipu	Department of Natural Resources Conservation Technology	22° 39′	120° 36′	71
7. Taiwan Livestock Research Institute						
B2N89	Tainan	Hsinhua	Hsinhua weather station	23° 04′	120° 26′	31
8. Taiwan Agricultural Research Institute						
G2F82	Taichugn	Wufeng	Taiwan Agriculutral Research Institue	24° 02′	120° 40′	85
9. Taiwan Tabacco & Wine Monopoly Bureau						
T2F42	Taichung	Tali	Taiwan Tabacoo Research Institute (T.T.R.I.)	24° 05′	120° 41′	77
T2Q39	Pingtung	Chiuju	Pingtung Improvement station, T.T.R.I.	22° 43′	120° 29′	31

本文引用式 (2) 作爲日射量估算式，有關式 (2) 中 Ra 與 N 值之估算乃採用 Iqbal (1983) 之估算式[16]。

一、日長 (day length) N (hr) 理論值

$$N=\frac{2}{15}\cos^{-1}\left(\tan\Phi\tan\delta\right) \quad \cdots\cdots(7)$$

Φ：緯度

δ：太陽赤緯 (declination)，Iqbal 建議由下式可得滿意之精確度[16]：

$$\delta=\left(\frac{\pi}{180}\right)\times(0.006918-0.399912\times\cos\theta+0.070257\times\sin\theta-0.006758\times\cos2\theta+0.000907\times\sin2\theta-0.002697\times\cos3\theta+0.00148\times\sin3\theta)$$

θ：日角 (day angel)

$$\theta=2\pi\ (dn-1)\ /365$$

dn：日數 (Julian day)，從1月1日爲1計起

二、外大氣層水平輻射量 Ra ($cal/cm^2/day$) 理論值

$$Ra=\frac{24}{\pi}\times Isc\times Eo\times\sin\delta\sin\Phi\times\left[\left(\frac{\pi}{180}\right)\times Ws-\tan Ws\right] \quad \cdots\cdots(8)$$

Isc：太陽常數，以能量單位表示，$Isc=1.98cal/cm^2/min$

Eo：地球軌道之離心校正因子，在工程及專業性應用於數位計算機上，下式可得很好之精確結果[16]：

$$Eo=1.00011+0.034221\times\cos\theta+0.00128\times\sin\theta+0.000719\times\cos2\theta+0.000077\times\sin2\theta$$

Ws：日出或日落，即天頂角＝90度時

$$Ws=\cos\text{-}1(-\tan\Phi\tan\delta)$$

根據上式臺灣地區 (北緯25°～22°) 之月平均理論日長和外大氣層水平輻射量如表 2。本文即以式 (7)、(8) 估算各測站每日之 N 及 Ra 值，並與當地歷年之實測日射量與日照時數進行迴歸分析、以求得式 (2) 中各地區之地區參數 a、b 值，作爲該地區或附近地區日射量估算之參考。又根據 Finkin (1983) 之建議，在實際進行氣象資料分析時，最好能有30年的資料作爲依據較具代表性[14]。Richardson and Wright (1984) 亦建議應用 WGEN (Weather Generator) 模式來估算日射量時，爲使其具有代表性，應至少有10年的記錄資料，作爲估算模式參數之基本資料[22]。限於目前臺灣各測候站之日射量記錄，並爲探討所求得經驗式對未來日射量估計的準確度，乃選用資料較完整之中央氣象局十個測站資料進行分析，先將各站之日記錄資料分爲二段，各測站分段情形如表 4，

而以前一段日記錄資料求得 a、b 值，並按所得估算式代入後段記錄資料中每日之日照時數測值以估算其日射量，由於進行每日估算值與實測值之比較，資料過於龐大，且 Richardson and Wright（1984）進行 WGEN 對日記錄氣象資料估算之準確性評估，乃以月平均進行比較[22]。因此，本文乃先進行各年度同一日期之平均實測與估算日射量之 t-test 測驗，但僅在文中說明測驗結果，在求得日資料之旬平均後，再以 t-test 比較實測日射量與估算日射量之間旬平均的差異，並以圖顯示各地區後段資料之實測日射量旬平均與估算日射量旬平均之差異及 t-test 測驗結果，最後亦在文中說明年平均日射量之 t-test 測試結果，以顯示估算式之代表性及預測準確性。

結果與討論

一、中央氣象局各測站月平均日射量之比較

根據式（7）和（8）計算所得之臺灣地區月平均理論日長和外大氣層水平輻射量（表2），顯示日照時數長短直接影響地面承受日射量之多寡，由於地球繞著太陽運轉及極軸傾斜的緣故，日照時數隨著季節變化時長時短循環不已[6]，地面日射量亦隨之相對變化。就本省地理位置而論，月平均日射量在月份上的變動應以六月份爲最大，十二月爲最小，呈常態分佈，但由中央氣象局10個測站之月平均分布圖（圖1），可見各測站均以七月份日射量爲全年最高，而全年最低者則雖大部分在十二月份，但亦有一月份或二月份爲最低者。而各測站日射量隨季節之變化形態雖相似，但各地區因降雨的形態和多寡不同，其季節性變化範圍仍有差異。另一方面就理論而言，到達地表的日射量隨緯度增加而減少，此乃因日射角度大的關係，日射角大，輻射經過大氣層的厚度相對增加，承受面積亦相對增加，因此單位面積日射量相對減少。表 2 中北緯22°的外大氣層水平輻射量之年平均爲 618 cal/cm²/day，而25°者爲 577 cal/cm²/day 亦得到相同結果，但比較10個測站實測日射量，則大致維持日射量隨緯度增加而減少但略有差異。臺北測站最低，其年平均爲 255 cal/cm²/day，臺東測站最高爲 371cal/cm²/day，而緯度最低之恒春測站爲363cal/cm²/day，此原因乃由於臺東測站在 6～10月之日射量較其他測站大很多。另外，臺北與屏東測站月平均差異最大者出現於 3 月份，差異最小者爲九月份，而外大氣層水平輻射量則分別爲八月份和十二月份，且不同緯度各月份地面日射量之相差值亦較外大氣層水平輻射量之相對差值大很多。由以上結果顯示雖然理論上到達地表的日射量隨緯度之增加而減少，但因受地區氣候特性、季節變遷及地理位置的不同亦會影響日射量到達地面的多寡，特別當緯度相差不大時，日射量受地區氣候特性的影響就來得明顯[11]。臺灣地區僅位於北緯22°～25°之間，因此在日射量之估算與應用時，探討地區之特性參數有其必要性。

表 2. 臺灣地區月平均理論日長和外大氣層水平輻射量

Table 2. Monthly mean duration of daylight and sloar radiation at the top of the atmosphere in Taiwan.

N.LAT.		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	mean
25	N(hours)	10.7	11.2	11.9	12.6	13.2	13.5	13.4	12.9	12.2	11.5	10.8	10.5	10.6
	Ra(cal/cm²/day)	592	688	806	903	957	974	963	920	841	730	619	562	577
22	N(hours)	10.8	11.3	11.9	12.5	13.0	13.3	13.2	12.8	12.2	11.5	11.0	10.7	10.8
	Ra(cal/cm²/day)	632	721	827	909	951	962	954	921	856	758	657	604	618

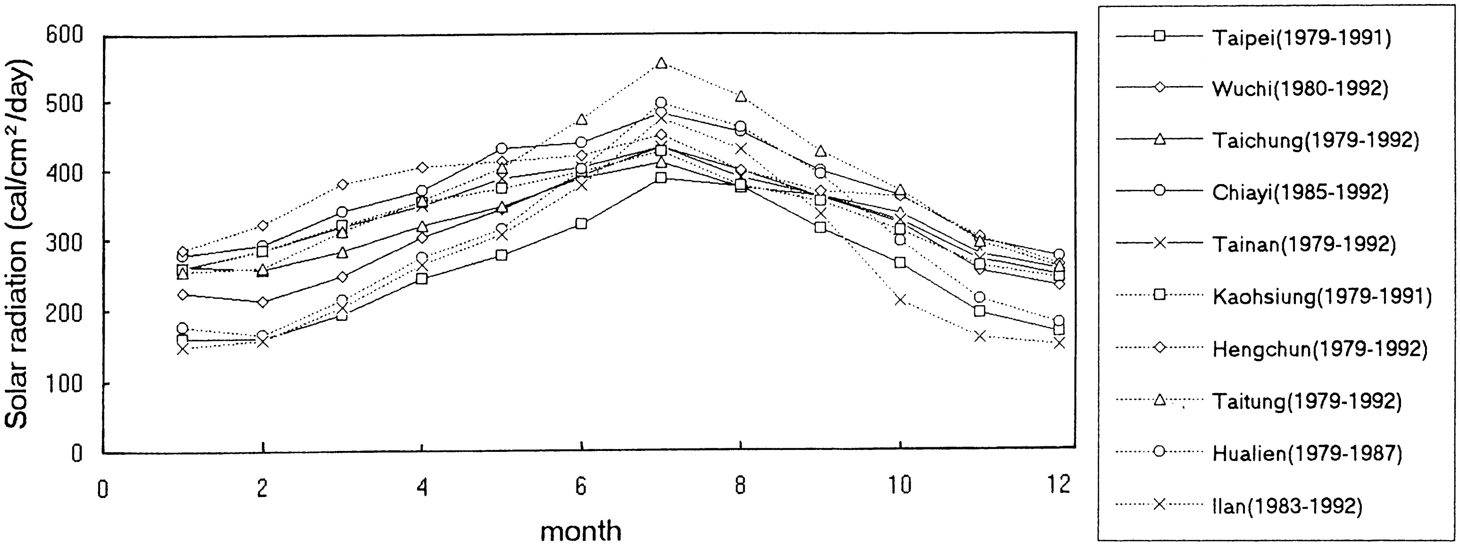


圖 1. 中央氣象局十個測站歷年日射量月平均比較

Fig. 1. Comparison on the mean monthly solar radiations of 10 weather stations belong to Central Weather Bureau.

二、各氣象站日射量估算經驗式

根據材料與方法中所述方法，以各測站歷年之實測日照時數與日射量求得式 (2) 之 a、b值與 r 值列於表 3 。根據中央氣象局各氣象站分析結果，可看出 a、b 之範圍大致如前人研究結果[10,17,19]，a 值約為0.15～0.40，b 值約為0.27～0.68，唯臺北和宜蘭測站之 a 值稍低於一般範圍0.15～0.40。而臺東、花蓮之 b 值偏高，係東部地區受山脈影響，日照率減少，以致日射與日照關係式中之斜率較大[4]。臺南氣象站之 a、b 值與施與黃 (1979) 以1979～1983年資料求得嘉南學甲地區之 a=0.2，b=0.43[2]相近。其他各單位設立的部分專用觀測站所求得的估算式之相關係數偏低，如嘉南農田水利會之學甲旱作灌溉研究試驗站、臺糖公司之虎尾試驗場、東勢鄉同安農場、臺南糖研所、新營蔗作實驗場、屏東試驗場、臺東豐樂糖廠、臺南鹽場、臺東改良場班鳩分場、屏東技術學院等，雖然由於其分析數大，以致相關係數仍呈極顯著相關，若比對前人研究結果之 a、b 值範圍，則臺糖東勢鄉同安農場、新營蔗作實驗場、臺東改良場班鳩分場等測站之 b 值均偏低，除記錄資料需再確認外，引用其地區參數 a、b 值作為測站附近地區日射量估算時，應再參考其他測站分析結果。若以中央氣象局10個測站分析結果作為參考，則顯示估算式之 r 值大於0.8之測站，對日射量之估算應較具代表性，建議應用時應酌情採用。

表 3. 各氣象站日射量估算式地區參數與相關係數

Table 3. Local parameters and correlation coefficients of solar radiation estimating formula of the weather stations.

station no.	city/ county	town/ borough	years	days	a	b	r
1. Central Weather Bureau							
46692	Taipei		1979～1991	4748	0.14	0.56	0.92**
46777	Taichung	Wuchi	1980～1992	4749	0.20	0.42	0.85**
46749	Taichung		1979～1992	5114	0.18	0.48	0.93**
46748	Chiayi		1985～1992	2922	0.22	0.53	0.93**
46741	Tainan		1979～1992	5114	0.21	0.41	0.87**
46744	Kaohsiung		1979～1991	4748	0.19	0.44	0.84**
46759	Pingtung	Hengchun	1979～1992	5114	0.22	0.44	0.90**
46766	Taitung		1979～1992	5114	0.23	0.59	0.92**
46699	Hualien		1979～1987	3287	0.17	0.58	0.94**
46708	Ilan		1983～1992	3653	0.14	0.62	0.94**
2. Chiana Irrigation Association							
12O57	Tainan	Chiali	1986～1990	1743	0.23	0.38	0.77**
3. Taiwan Sugar Company							
52F03	Taichung		1978～1990	4746	0.15	0.42	0.87**
52J20	Yunlin	Huwei	1971～1990	6972	0.22	0.31	0.73**
52K13	Yunlin	Tungshih	1963～1985	7611	0.17	0.26	0.70**
52L76	Chiayi	Taipo	1985～1990	2191	0.19	0.50	0.99**
51L87	Chiayi	Talin	1963～1975	4442	0.19	0.50	0.99**
52N11	Tainan		1965～1990	9328	0.23	0.37	0.76**
52O30	Tainan	Liuying	1965～1990	8890	0.25	0.27	0.63**
52P43	Kaohsiung	Chishan	1985～1990	2191	0.23	0.56	0.99**
51P53	Kaohsiung	Hsiaokang	1961～1978	6444	0.19	0.49	0.99**
52Q04	Pingtung		1979～1990	4176	0.30	0.40	0.75**
52S50	Taitung		1985～1990	2141	0.14	0.32	0.70**
52T48	Hualien	Kuangfu	1971～1990	7230	0.16	0.46	0.90**

4. Taiwan Salt Works							
60L51	Chiayi	Putai	1983～1986	1388	0.26	0.46	0.83**
60N08	Tainan		1985～1990	1997	0.17	0.44	0.71**
5. District Agricultural Improvement Station							
72C44	Taoyuan	Hsinwu	1989～1992	1459	0.17	0.49	0.90**
72G60	Changhua	Tatsun	1990～1992	1096	0.16	0.35	0.91**
72Q01	Pingtung		1988～1922	1827	0.18	0.40	0.88**
72S20	Taitung	Peinan	1989～1992	1095	0.23	0.24	0.60**
72T25	Hualien	Chian	1988～1992	1827	0.15	0.53	0.91**
72U48	Ilan	Sanhsing	1991～1992	638	0.13	0.58	0.91**
6. National Pingtung Polytechnic Institute							
AOR	Pingtung	Neipu	1988～1992	1819	0.20	0.41	0.74**
7. Taiwan Livestock Research Institute							
B2N89	Tainan	Hsinhua	1990～1992	946	0.25	0.45	0.84**
8. Taiwan Agricultural Research Institute							
G2F82	Taichung	Wufeng	1990～1992	1095	0.19	0.43	0.85**
9. Taiwan Tabacco & Wine Monopoly Bureau							
T2F42	Taichung	Tali	1987～1990	1430	0.16	0.44	0.87**
T2Q39	Pingtung	Chiuju	1986～1990	1763	0.11	0.44	0.85**

** Significant at 1%

三、中央氣象局測站估算日射量與實測日射量之比較

如前所述爲探究所求得之經驗式應用於未來日射量估計之準確度與適用性，本文將中央氣象局十個測站之資料分爲兩段（表 4），先以前段日記錄資料求得式（2）之 a、b 值，再以各測站之 a、b 值及每日日照時數求得每日日射量估算值。根據每日平均日射量實測值與估算值之 t-test 測驗結果，則臺北、臺中、嘉義、花蓮測站全年中均有一日之估算值與實測值達統計上之顯著差異水準，宜蘭測站則有兩日達顯著差異水準。若以 t-test 進行此段時間實測值與估算值旬平均之差異比較，測驗結果顯示各測站實測與估算值之差異均不顯著。圖 2 ～圖11之（a）圖亦顯示這段時間實測日射量與估算日射量旬平均相當接近，此顯示以五年～七年之日記錄資料進行估算式分析，對於其原來年份日射量之估算已具有相當代表性；由表 4 之迴歸式均呈極顯著相關亦可得相同之結論。

表 4. 中央氣象局各測站日射量分析年份與結果

Table 4. Comparison on the estimated solar radiation from different weather data of the weather stations.

station	years	a	b	r	years	a	b	r
Taipei	1979～1985	0.14	0.55	0.92**	1986～1991	0.15	0.57	0.92**
Wuchi	1980～1986	0.21	0.41	0.84**	1987～1992	0.20	0.42	0.87**
Taichung	1979～1985	0.17	0.47	0.93**	1986～1992	0.19	0.49	0.93**
Chiayi	1985～1988	0.22	0.53	0.99**	1989～1992	0.22	0.53	0.93**
Tainan	1979～1985	0.21	0.42	0.88**	1986～1992	0.20	0.40	0.85**
Kaohsiung	1979～1985	0.22	0.45	0.87**	1986～1991	0.17	0.42	0.88**
Hengchun	1979～1985	0.23	0.43	0.91**	1986～1992	0.21	0.44	0.89**
Taitung	1979～1985	0.23	0.56	0.91**	1986～1992	0.24	0.62	0.94**
Hualien	1979～1983	0.17	0.57	0.95**	1984～1987	0.18	0.59	0.93**
Ilan	1983～1987	0.16	0.64	0.93**	1988～1992	0.13	0.61	0.95**

** Significant at 1%

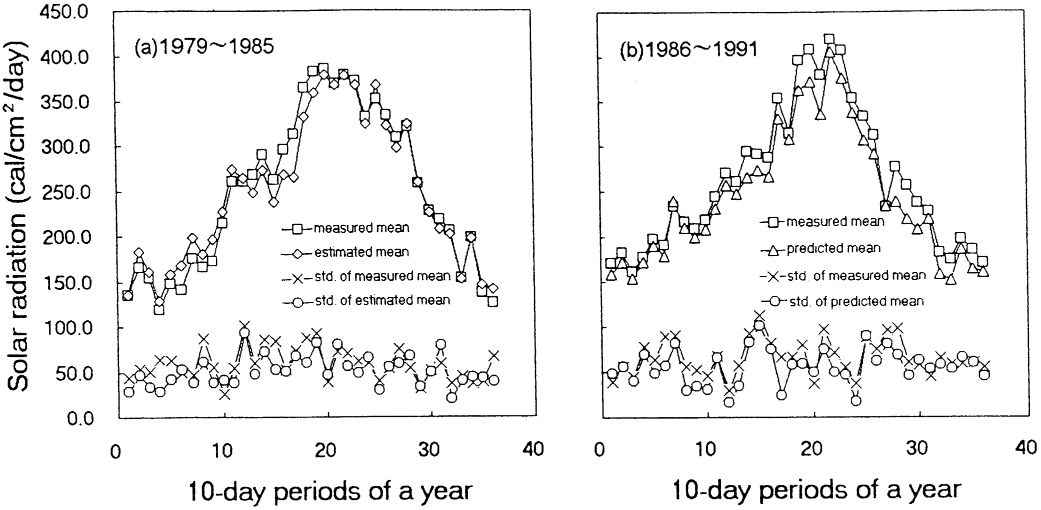


圖 2. 臺北氣象站(a)1979~1985(b)1986~1991年各旬平均實測日射量與估算量之比較

Fig. 2. Comparison on the estimated solar radiation and observed data between (a) from 1979 to 1985 and (b) from 1986 to 1991 at Taipei weather station.

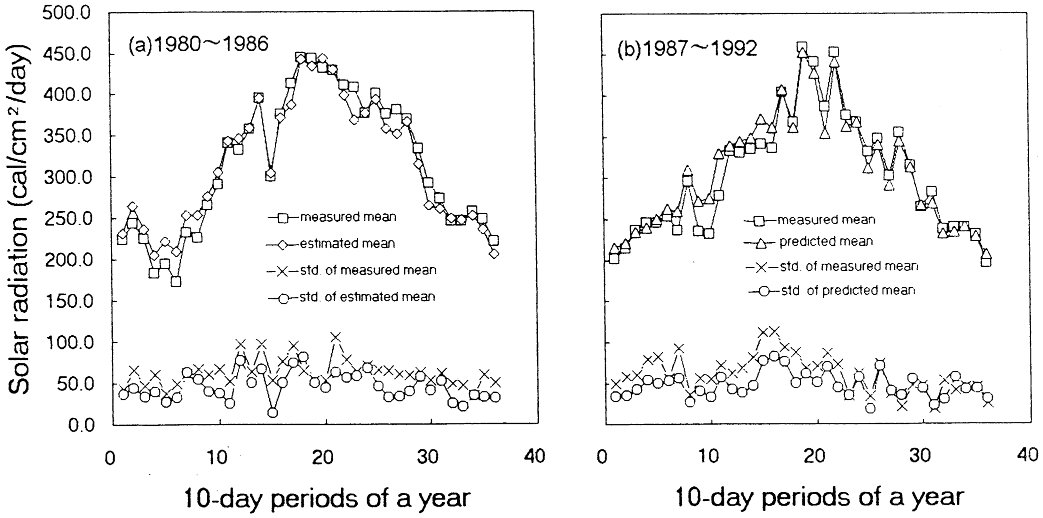


圖 3. 梧棲氣象站(a)1980~1986(b)1987~1992年各旬平均實測日射量與估算量之比較

Fig. 3. Comparison on the estimated solar radiation and observed data between (a) from 1980 to 1986 and (b) from 1987 to 1992 at Wuchi weather station.

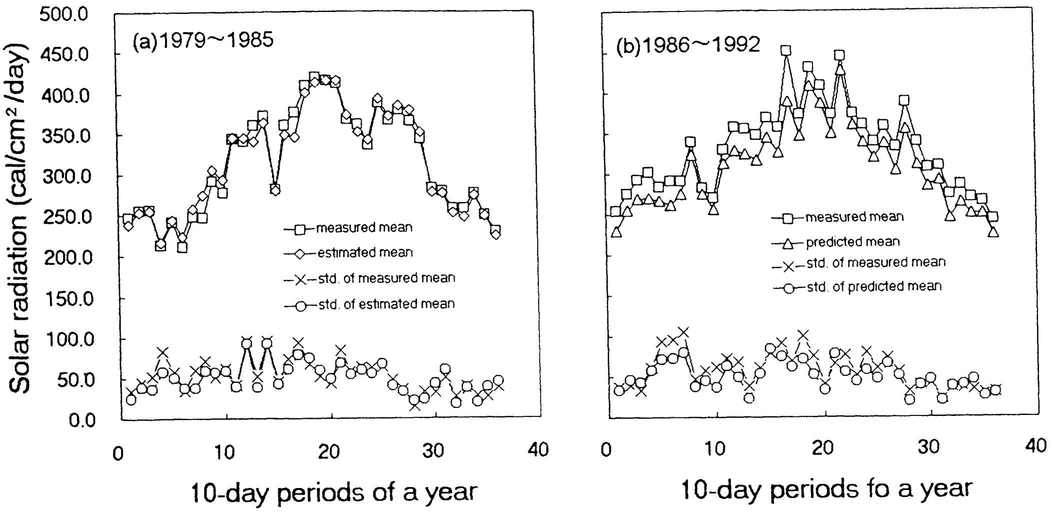


圖 4. 臺中氣象站(a)1979~1985(b)1986~1992年各旬平均實測日射量與估算量之比較

Fig. 4. Comparison on the estimated solar radiation and observed data between (a) from 1979 to 1985 and (b) from 1986 to 1992 at Taichung weather station.

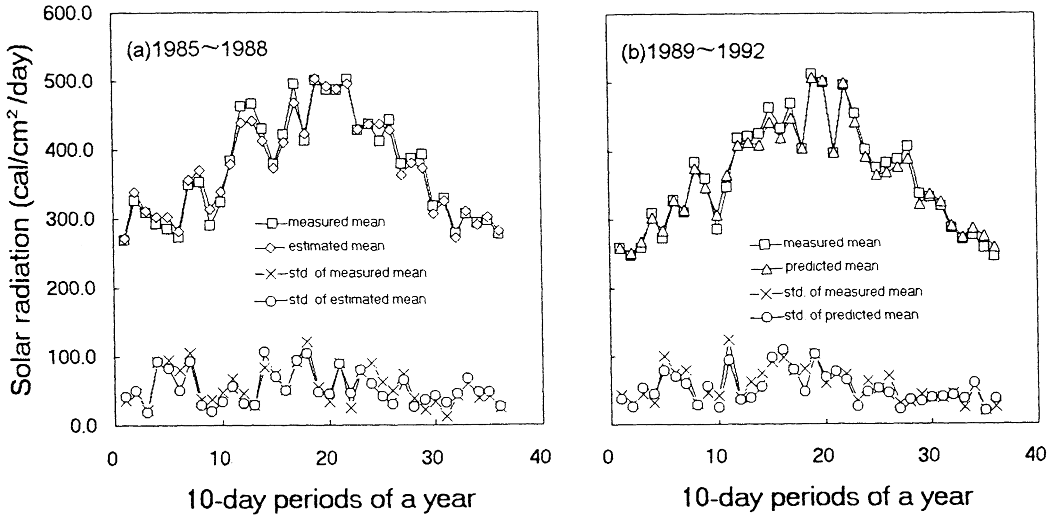


圖 5. 嘉義氣象站(a)1985~1988(b)1989~1992年各旬平均實測日射量與估算量之比較

Fig. 5. Comparison on the estimated solar radiation and observed data between (a) from 1985 to 1988 and (b) from 1989 to 1992 at Chiayi weather station.

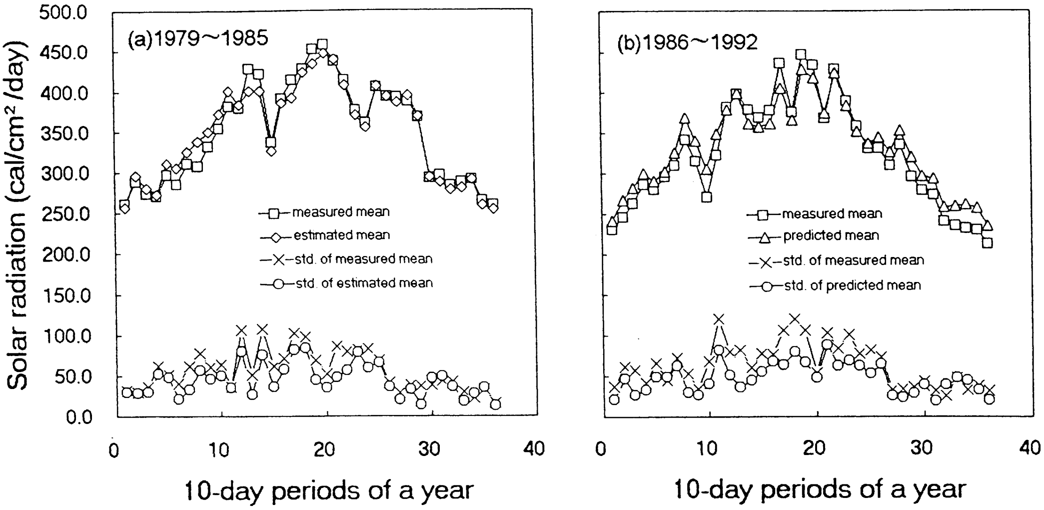


圖 6. 臺南氣象站(a)1979～1985(b)1986～1992年各旬平均實測日射量與估算量之比較

Fig. 6. Comparison on the estimated solar radiation and observed data between (a) from 1979 to 1985 and (b) from 1986 to 1992 at Tainan weather station.

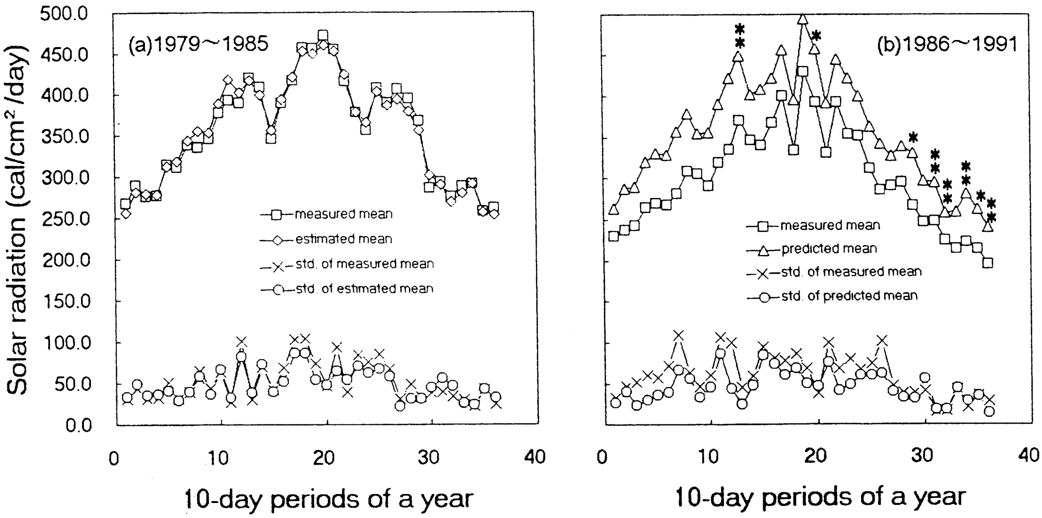


圖 7. 高雄氣象站(a)1979～1985(b)1986～1991年各旬平均實測日射量與估算量之比較

Fig. 7. Comparison on the estimated solar radiation and observed data between (a) from 1979 to 1985 and (b) from 1986 to 1991 at Kaohsiung weather station.

* Predicted values significantly differed from observed values at 5% level by t-test

* Predicted values significantly differed from observed values at 1% level by t-test

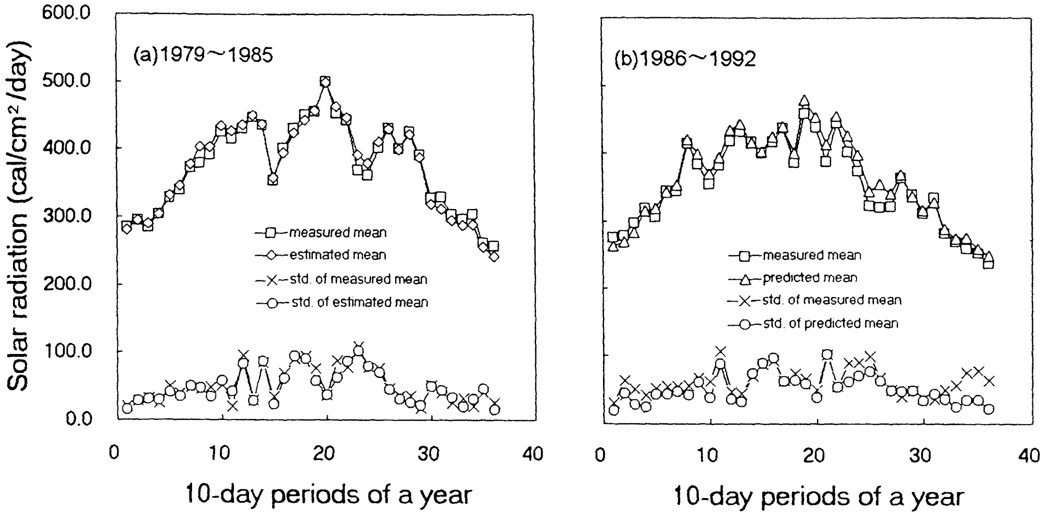


圖 8. 恆春氣象站(a)1979~1985(b)1986~1992年各旬平均實測日射量與估算量之比較

Fig. 8. Comparison on the estimated solar radiation and observed data between (a) from 1979 to 1985 and (b) from 1986 to 1992 at Hengchun weather station.

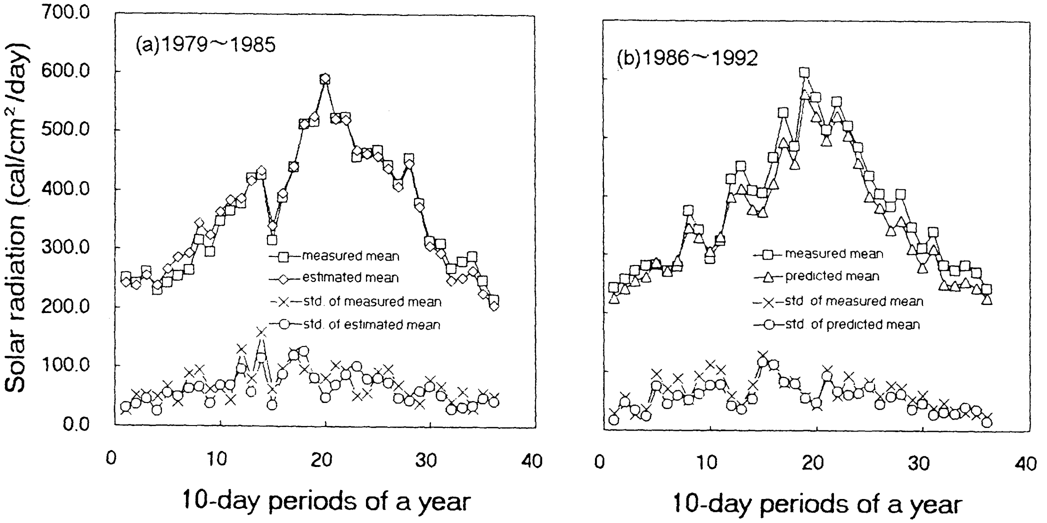


圖 9. 臺東氣象站(a)1979~1985(b)1986~1992年各旬平均實測日射量與估算量之比較

Fig. 9. Comparison on the estimated solar radiation and observed data between (a) from 1979 to 1985 and (b) from 1986 to 1992 at Taitung weather station.

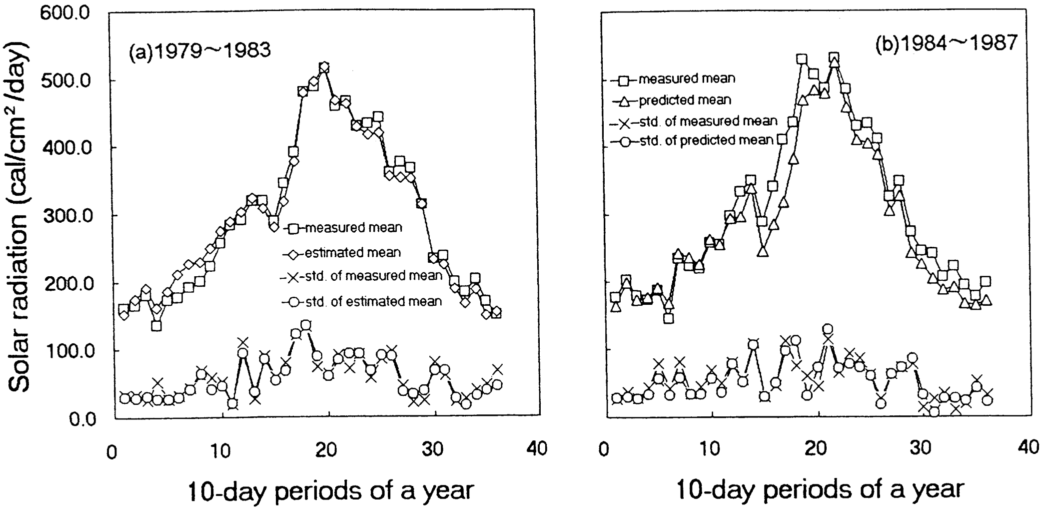


圖 10. 花蓮氣象站(a)1979~1983(b)1984~1987年各旬平均實測日射量與估算量之比較

Fig. 10. Comparison on the estimated solar radiation and observed data between (a) from 1979 to 1983 and (b) from 1984 to 1987 at Hualien weather station.

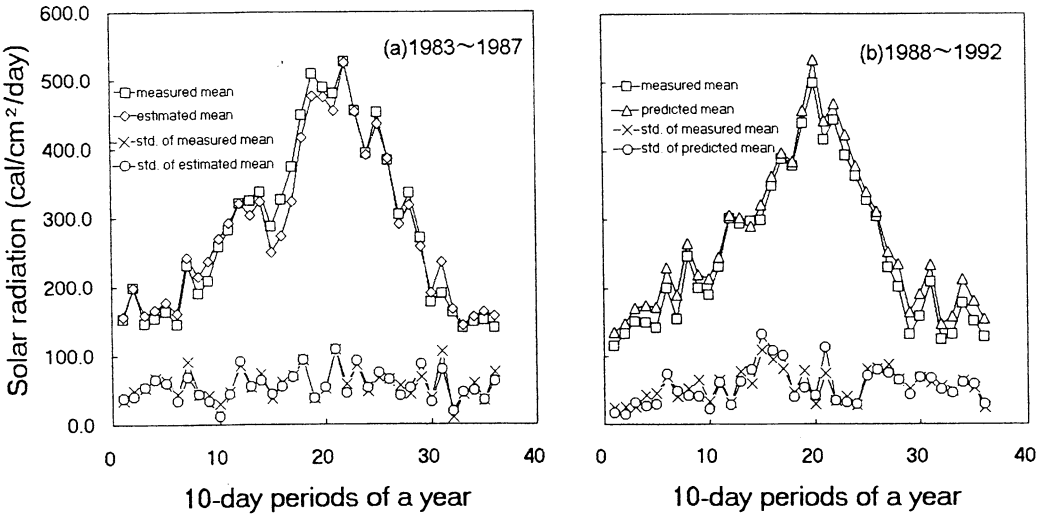


圖 11. 宜蘭氣象站(a)1983~1987(b)1988~1992年各旬平均實測日射量與估算量之比較

Fig. 11. Comparison on the estimated solar radiation and observed data between (a) from 1983 to 1987 and (b) from 1988 to 1992 at Ilan weather station.

若以前段資料所求得之 a、b 值作爲各測站之地區參數，並代入後段資料每日實測之日照時數以估算日射量，根據每日平均日射量實測值與估算值之 t-test 測驗結果，則臺中、嘉義、臺東測站全年中均有一日之估算值與實測值達統計上之顯著差異水準，花蓮測站有一日達極顯著差異水準，臺南測站則分別各有一日達統計上之極顯著差異水準，宜蘭測站則有兩日達極顯著差異水準，有一日達顯著差異水準，在全年365天中，僅有三日以下之天數達統計上之差異水準，顯示估算式具有相當代表性。唯高雄測站則一、二、三、五、七、十、十一、十二月份分別有1，2，2，3，2，3，3，6天達統計上之極顯著或顯著差異水準，佔全年天數之 6 %，較其他測站之預測準確度低很多。而各測站實測值與估計值旬平均之比較如圖 2 ～圖11之（b）圖。藉 t-test 分析顯示除了高雄測站外，其餘地區之實測日射量與估算日射量之旬平均均呈不顯著差異水準，顯示除高雄測站外，各測站以 5 ～ 7 年資料預測未來日射量，已具有代表性，高雄地區則相距甚遠，尤其是10月下旬至12月之間（圖 7（b）圖）。根據1979～1985與1986～1991年實測日照時數與日射量之旬平均資料分析與表 4 之估算結果，顯示 a 值減小很多，此表示單位時間之太陽輻射量明顯下降，此爲以1979～1985年之資料作爲依據來預測1986～1991年日射量則出現誤差之原因。1986～1991年預測與實測旬平均日射量的平均差異爲 56.8 $cal/cm^2/day$ ，已佔年平均日射量之21%，平均值之標準偏差爲 12.1 $cal/cm^2/day$。若以 56.8 $cal/cm^2/day$ 作爲校正值，即預測旬平均日射量減去校正值作爲最後估計值，再進行 t-test，則旬平均估計日射量與實測日射量均呈不顯著差異水準，足見高雄測站全年各旬平均日射量的下降程度相當一致，此種現象顯示很有可能是系統誤差。但在目前不能證實是否儀器測定系統誤差之際，則表示僅以七年的資料作爲統計依據，尙不能掌握高雄地區之日射量變化。而以上以一固定值進行校正的方式，雖然在本次分析資料中可以得到滿意的校正結果，但應用於未來日射量的預測可能不適用，所以本文估算高雄地區之地區參數仍以目前已有的全部資料（1979～1991年）進行分析（表 3 ）以求代表性。以上校正方法僅提供資料分析上之參考。

在日射量與日照時數直線關係式中，a、b 值的涵意除了表示日射量與地理位置、季節變遷的關係外，尙表示日射量與地區特性及環境現象的關係，亦即意味著大氣透射率對日射量影響的程度[6]，前人[12,15]亦曾以日射量變化情形探討大氣混濁度，以此作爲空氣汚染的指標。由目前高雄測站之日射量逐漸下降趨勢，除了確認是否發生了系統測定上之錯誤外，藉此探討高雄地區大氣混濁度之變化乃爲另一探討方向。

另外，由統計 t-test 分析結果顯示臺東測站估算之日射量年平均與實測日射量年平均已達統計上極顯著差異水準，由圖 9（a）、（b）圖可看出各旬預測之平均日射量均低於實測日射量，在累積其誤差情形下，年平均則出現極顯著差異水準，另一原因爲預測日射量年平均之準標偏差小，易導致 t-test 達顯著差異水準。宜蘭測站之年平均日射量亦出現統計上顯著差異水準，唯其預測日射量高於實測日射量。由以上結果顯示以五～七年資料作爲預測未來日射量之統計依據，則臺北、梧棲、臺中、嘉義、臺南、恒春、花蓮測站已具有相當代表性，但臺東和宜蘭測站則略有誤差，高雄測站則不能充分掌握未來的日射量變化。

若以各測站已有的記錄資料進行估算式分析（表 3 ），根據每日平均日射量實測值與預測值之 t-test 測試結果，顯示只有花蓮 2 月24日達統計上之顯著差異水準外，此與該日多年平均之標準偏差較低有關，其餘均呈不顯著差異水準。而各測站估算之旬平均日射量與實測旬平均日射量，及估算之年平均日射量與實測年平均日射量，以統計 t-test 進行差異性比較，都未達統計上之差異水準。

誌 謝

本研究承蒙農業委員會補助經費［計畫編號82科技—2.9—林—09（2)］謹此致謝。感謝全省各測站觀測人員，由於他們平日的辛勞，使本文得以完成。亦感謝中央氣象局賀介圭及梁仁有小組協助

取得各測站之記錄資料及相關資料。

引用文獻

1. 林憲德、蘇瑞泉。1986。臺灣地區月平均日射量分布之研究。氣象學報 32(3)：11—19。
2. 施嘉昌、黃振昌。1987。作物需水量與氣象因子相關理論分析之研究。農業工程學報 33(2)：1—27。
3. 唐榮澤。1979。臺南地區日射量之分析。氣象學報 25(2)：15—20。
4. 徐森雄。1979。農業氣候資源之研究。臺灣地區農業氣象資源應用研討會。291～304頁。
5. 徐森雄、宋義達。1987。從氣象資料估算蒸發量。中華水土保持學報 18(2)：83—89。
6. 黃國禎、徐森雄。1982。臺灣地區日射與日照關係之初步探討。氣象學報 28(1)：22—29。
7. 葉明智。1990。臺中地區葡萄園水文變化分析研究。國立中興大學土壤研究所碩士論文。
8. 顏俊士。1974。臺灣地區之日射量估計問題。大氣科學 1：72—80。
9. Ångström, A.1924. Solar and terrestrial radiation. Q.J.R.Meterol. Soc. 50：121—126。
10. Black,J.K.,C.N.Bonython and J.A.Prescott. 1954. Solar radiation and the duration of sunshine. Q.J.R. Meterol.Soc. 80：231—235.
11. Chang,J.H. 1961. Micro-climate of sugar cane Hawaiian planters records.56 (3)：3—5.
12. Davies,J,A. 1965. Estimation of insolation for West Africa. Quart. J. Roy. Met. Sqc. 91：359—363.
13. Doorenbos,J. and Pruitt,W.O. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrig. and Drain. Paper No. 24 FAO, Rome.
14. Finklin.A.I. 1983. Summarizing weather and climatic data-a guide for wildland managers. USDA. Forest. Serv. INT-148,p.43.
15. Glover,J. and J.S.G. McCulloch. 1958. The empirical relation between solar radiation and hours of bright sunshine in the high latitude tropics. Quart. J Roy. Met. Soc. 84：56—60.
16. Iqbal,M. 1983. A introduction to solar radiation. Academic Press.
17. Katsoulis,B.D. and S.N.Leontaris. 1981. The distribution over Greece of grobal solar radiation on a horizontal surface. Agri. Met. 23：217—229.
18. Linacre,E.T. 1967. Climate and the evaporate from crops. J. Irr. Drain. Div. Amer. Soc. Civ. Eng. 93：61—79.
19. Page,J.K. 1961. The estimation of monthly mean values of daily total short wave radiation on vertical and inclined surface from sunshine records for latitude 40 north-40 south. United Nations Conference on New Sources of Energy.
20. Penman, H.L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Soc. London A193：120—145.
21. Prescott,J.A. 1940. Evaporation from a water surface in relation to solar radiation. Trans. R. Soc. Aust. 64：114—118.
22. Richardson,C.W. and D.A.Wright. 1984. WGEN：A model for generating daily weather variables. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Res. Service, ARS-8,83p.

Estimate and Analysis of Solar Radiations in Taiwan[1]

Chi-Ling Chen[2], Chen-Fang Lin[3] and Tsang-Shen Liu[2]

Summary

This study estimated the daily solar radiation by using sunshine hours of data obtained from major the weather stations in Taiwan, due to the following reasons : (1) the shortage of the solar radiation measurements of many weather stations in Taiwan ; (2) the requirment of the daily solar radiation data for the applications of weather resource ; (3) the reliability of sunshine hours in relation with the estimate of the solar radiation ; (4) the possibility of the estimate of solar radiation by sunshine hours measurement being easier and more accurate to obtain. The correlation coefficients of the regression between the solar radiation and the sunshine hours of 10 weather stations belong to Central Weather Bureau were greater than 0.8 and statistically highly significant. Correlation coefficients for the other weather stations were also significant or highly significant. These results showed that the estimating formulars could be used to estimate the solar radiations of the weather stations around Taiwan. The study also tested the formulars, established with five to seven years daily data, to predict daily data of next five to seven years. The statistical t-tests revealed that applying those estimated formulars to predict solar radiations of the major area in Taiwan, were mostly acceptable.

Key words : Sunshine hours, Solar radiation.

1. Contribution No. 1708 from Taiwan Agricutural Research Institute.
2. Respectively, Assistant, Department of Agricutural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Professor, Department of Soil Science, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.

Effective Factors on Equilibrium Relative Humidity of Agricultural Products[1]

Chia-Chung Chen and Chih-Tsu Tsao[2]

Abstract : The ERH step-by-step determinating technique was performed to measure the desorption and adsorption properties of seven agricultural products dried with different temperatures to compare the factors affecting ERH/EMC properties. The results indicated that the effect of drying temperature on ERH/EMC properties was significant for rough rice, corn kernels, and corn cobs, however, the effect of these properties is not obvious for soybeans and red beans. The hysteresis of corn kernels was reduced by the drying temperatures, however, those of rough rice was not affected by drying treatments. Little moisture hysteresis was appeared in soybeans and red beans. Comparing of this present study with previously published data for agricultural products, there was a good agreement among ERH/EMC data from different sources for the products of rough rice, brown rice, corn cobs and red beans. The inconsistent results were found for soybeans. The serious diversity of the scattering data indicated those properties of corn kernels and sorghum kernels were affected by different factors.

Key words : Equilibrium Relative Humidity.

INTRODUCTION

Data relating equilibrium relative humidity (ERH) ,equilibrium moisture content (EMC) , and temperature are necessary to design postharvest systems for agricultural products. The equilibrium moisture content for the adsorption and desorption process did not have the same values. The difference is called the hysteresis effect. Desorption property was mainly used in drying process. Adsorption property was applied in storage. The hysteresis had the significant effect on the chemical reaction of foodstuffs.

Available isotherm sorption data sets for grains and oil seeds are inconsistent. Few attempts have made to compare and explain the effects of variety, methodology, drying treatment, and other factors. Recently, the ERH determinating method had been developed to measure the ERH/EMC data accurately within a short time. This technique provides a new and promising way to compare the factors affecting the ERH/EMC properties.

1. Contribution No. 1709 from Taiwan Agricultral Research Institute, This is paper was partially revised and condensed from the paper that presented at the 1992 ASAE International Summer Meeting (ASAE paper No. 93—6004) .
2. Respectively, Associate researcher, Specialist, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

Pfost et al. [26] compared major factors affecting EMC data for corn kernels from several sources. They encountered great difficulty when trying to summarize data from various sources using different methods. They then suggested enther pooling the results of several investigators, or having one investigator test a wide range of varieties.

Neuber [24] reviewed the twenty-seven published reports on corn isotherms. The important factors related to the EMC values are : 1) composition of material, oil, ash, fiber, protein and starch ; 2) characteristics of the materials, variety, and size ; 3) treatment of sample, drying temperature, drying method, rewetting method ; 4) determination method for m. c. and RH ; 5) method of equilibration ; 6) control of RH and temperature. Neuber then suggested that a standard method should be established as soon as possible for the determination of sorption isotherms. In order to arrive at a comparable result, it is also necessary to identify the factors which influence the equilibrium moisture curves.

The ERH properties of five oilseeds with different oil content were reported by Pixton et al. [28]. The oilseeds with higher oil content adsorbed less water at the same RH value.

The effects of variety, harvest year, and maturity have not shown consistent results among several research studies. Pfost et al.[26] used a statistical technique to test sorption isotherm data obtained from English and U. S. maize. They concluded that the two varieties used were significantly different.

Pixton and Henderson [30] compared EMC data of five varieties of Canadian wheat and two varieties of rapeseed. They found that the difference in the EMC/ERH relations of wheat and rapeseed were small and significant only at low moisture contents.

Form the research on EMC properties of corn cobs, White et al.[38] concluded that no significant difference existed in desorption ERH values for three selected corn varieties.

Comparing the ERH data of soybeans with the previously reported by EMC determinating method, Osborn et al.[25] concluded that the obvious difference exist between the two studies. They explained the results by the different test varieties or samples, or the determinating method.

Mazza et al.[23] have reported the sorption isotherms of five cultivars of flax seed. They found the cultivar and determinating method had no significant effect on the sorption properties of flax seed.

Tuite and Foster[36] studied the effect of drying treatment on the ERH properties and noticed that the ability to absorb moisture progressively decreased with increasing drying temperature.

In a study of the drying temperature effect on the EMC data of dried beef, Oglesias and Chirife[17] found the higher the drying temperature the lower the sorption capacity of dried beef.

From the study of ERH properties of corn kernels, Chen and Morey[5] reported that the isotherms of this product were significantly different ofr varieties and harvest years. The water adsorbing ability of yellow-dent corn dropped as the drying temperature increases.

The objectives of this study were to :

1. Determine the EMC/ERH relationships of seven agricultural products treated with five

different temperatures.

2. Determine the effects of factors such as history and drying treatment on the ERH property.
3. Compare the sorption isotherms of these seven experimautal products with previous published data.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Seven agricultural products, rough rice, brown rice, corn kernels, corn cobs, sorghum kernels, and red beans grown at the Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, in 1991 and 1992 were used in this study. The samples of brown rice was processed from rough rice. For the samples treated by lower temperature (25°C) , the desorption sample was dehydrated at different RH environment made by the saturated salty solutions to reach the required moisture contents. The adsorption samples, its initial m. c. was about 3% dry basis, rewetted by adding water to predetermined moisture content. For the samples of higher drying temperature (50°C) , desorption samples were dried by the heated air to the predetermined m. c.. The adsorption samples, with initial m. c. about 3% d. b., were rewetted by adding water.

All samples were sealed in plastic containers and stored in freezer at 3°C for six weeks to ensure the moisture equilibria.

ERH Method

The determinating method of the step-by-step ERH technique is similar to that used by Chen and Morey[5]. Samples in airtight containers at a known m. c. were placed in a temperature control chamber. The temperature and relative humidity sensors ere inserted to the containers. As the experiment began, these containers placed in the chamber were maintained at 5°C. When the temperature and relative humidity within the containers reached the equilibrated state, the RH and temperature values for RH sensors were recorded by the data logger. The chamber temperature was then adjusted to next temperature level. All the ERH values were determinated at five temperatures (5, 15, 25, 35 and 50 °C) . The readings of RH sensors were transformed by its calibration equations.

RH sensor

The Rotronic I-100 Ttansmitter was used in these tests. All sensors were calibrated by using several saturated salt solutions. The adequate calibration equations were established by the same statistical method used by Chen and Tsao[6].

After finishing the ERH experiments, three grain samples were taken out from each container to measure their moisture contents. Moisture contents were determined by oven drying method[2].

Data analysis

The EMC/ERH data for these agricultural products were analyzed by four equations. The program NONLIN weitten in QBASIC language was applied to evaluate the fitting-agreement of ERH models.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Rough rice

The sorption isotherms of 25°C for four treatments are shown in Fig. 1. Hysteresis existed over the entire range. The treatment temperatures significantly reduced water holding ability. At the 60% RH environment, the m. c. of desorption curves dried at 25°C is 2.4% higher than those of adsorption isotherms dried at 50°C. For two drying treatments, the effect of hysteresis is similar and the different m. c. nearly 0.5 to 1.0%. The similar results could be found from the sorption data of paddy rice(32). The comparison of desorption data

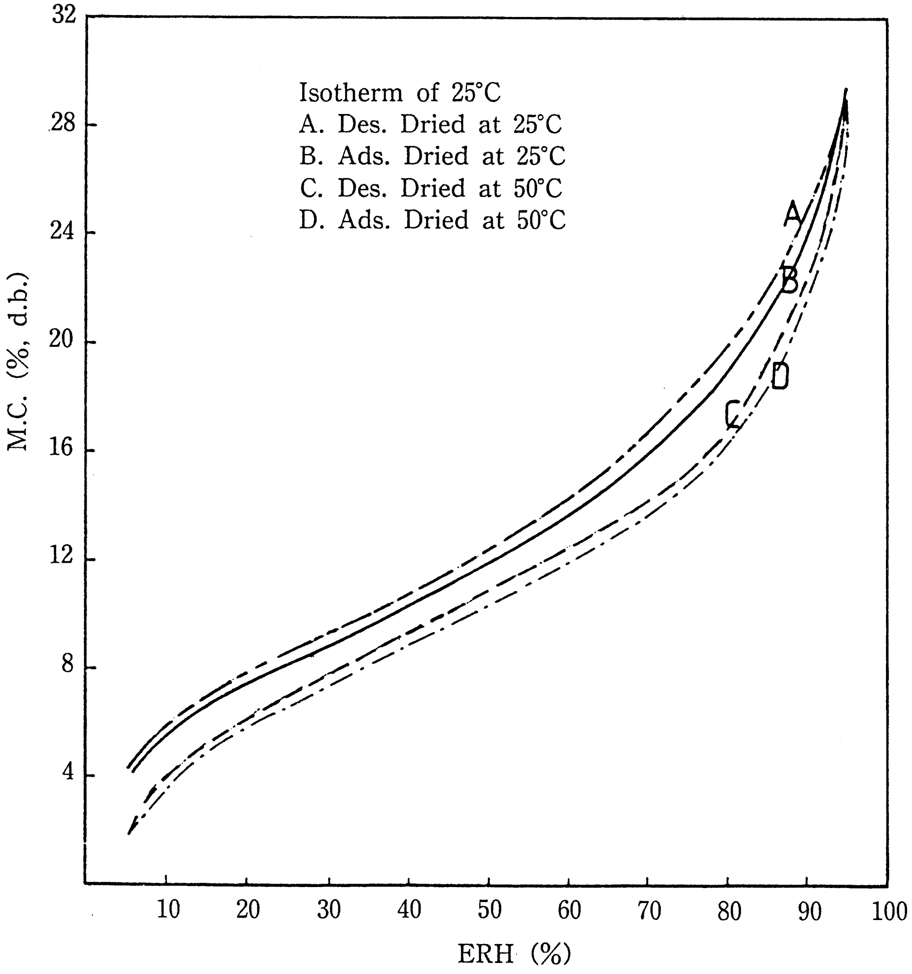


Fig. 1. Effect of the drying temperatures on the sorption isotherm of rough rice at 25° C.

of this study with three countries USA[40], Japan[22],and Australia[32] are shown in Fig. 2. The shape of isotherms for Taiwan's variety is very close to other countries. The deviations of four isotherms are within 0.8% m. c. at the same RH environment, however, the water reducing ability of isotherms dried at 50°C is nearly 3.0%. The ERH/EMC properties for the products of USA and Japan were determined by the traditional EMC method. The sorption isotherms for Australia rice was measured by dewpoint temperatures. The results indicated that the variety and determinating techniques have little effect on the ERH/EMC properties of rough rice. The drying temperature was the only significant dominant factors.

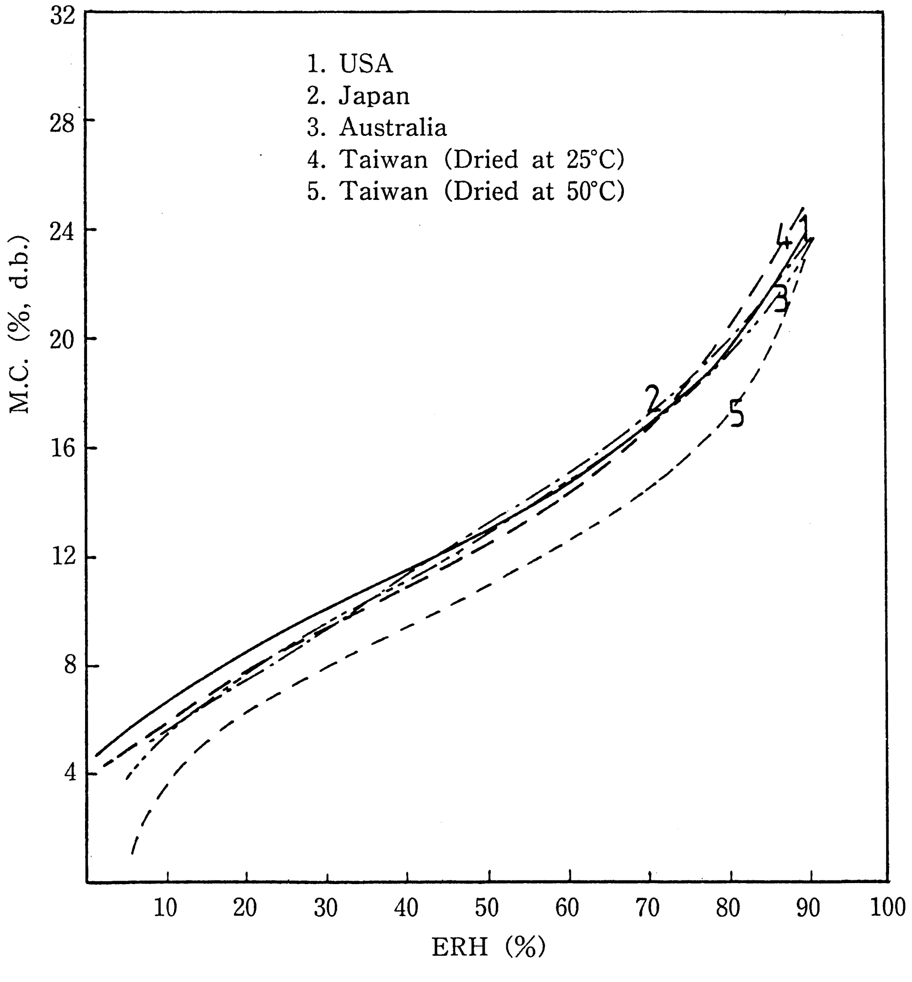


Fig. 2. Comparison of desorption isotherms of rough rice with previously published data at 25° C.

The ERH/EMC properties for present research at 25°C are compared with several sorption data sets taken from different literature of unspecified cultivars. The results are shown in Fig. 3. There was very good agreement among data. It is reasonable to establish the universal ERH model for rough rice.

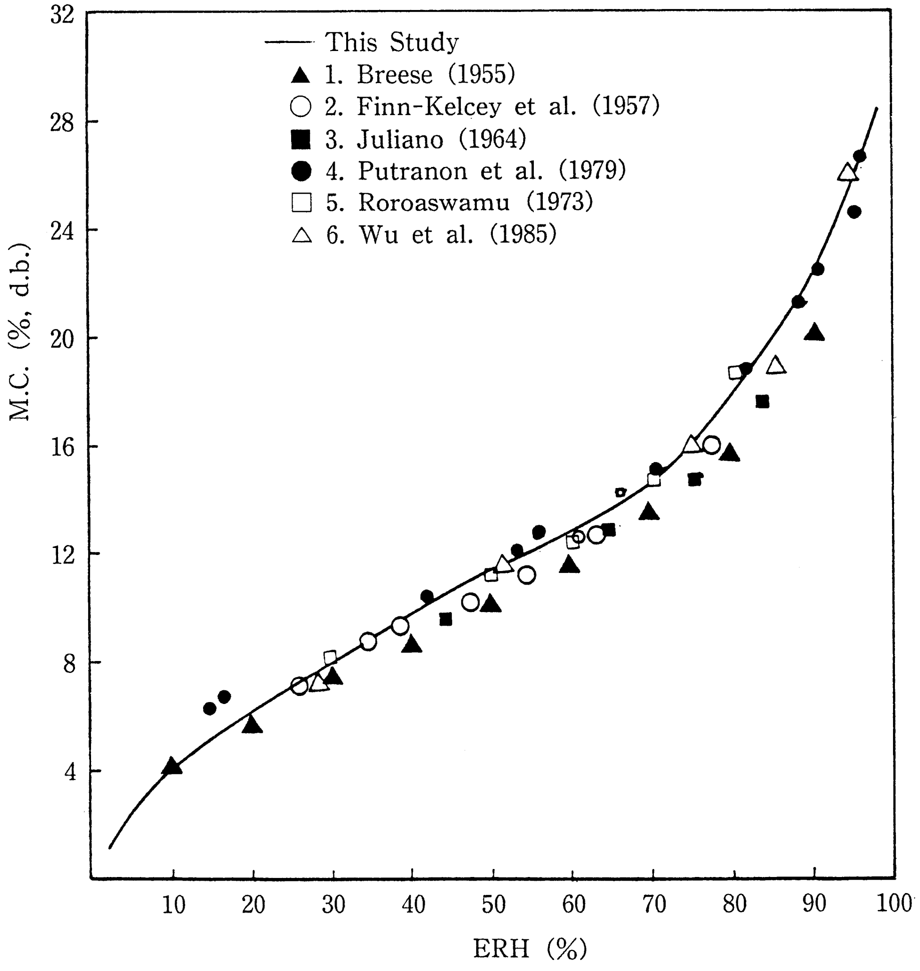


Fig. 3. Comparison of adsorption isotherms of rough rice with previously published data at 25° C.

Brown rice

The EMC data from previously literature compared with this present study are shown in Fig. 4. No significant difference could be found. The drying temperature had the significant effect on the ERH/EMC properties. Cultivar, growth location, and determinatig technique seems only have little effect the ERH properties.

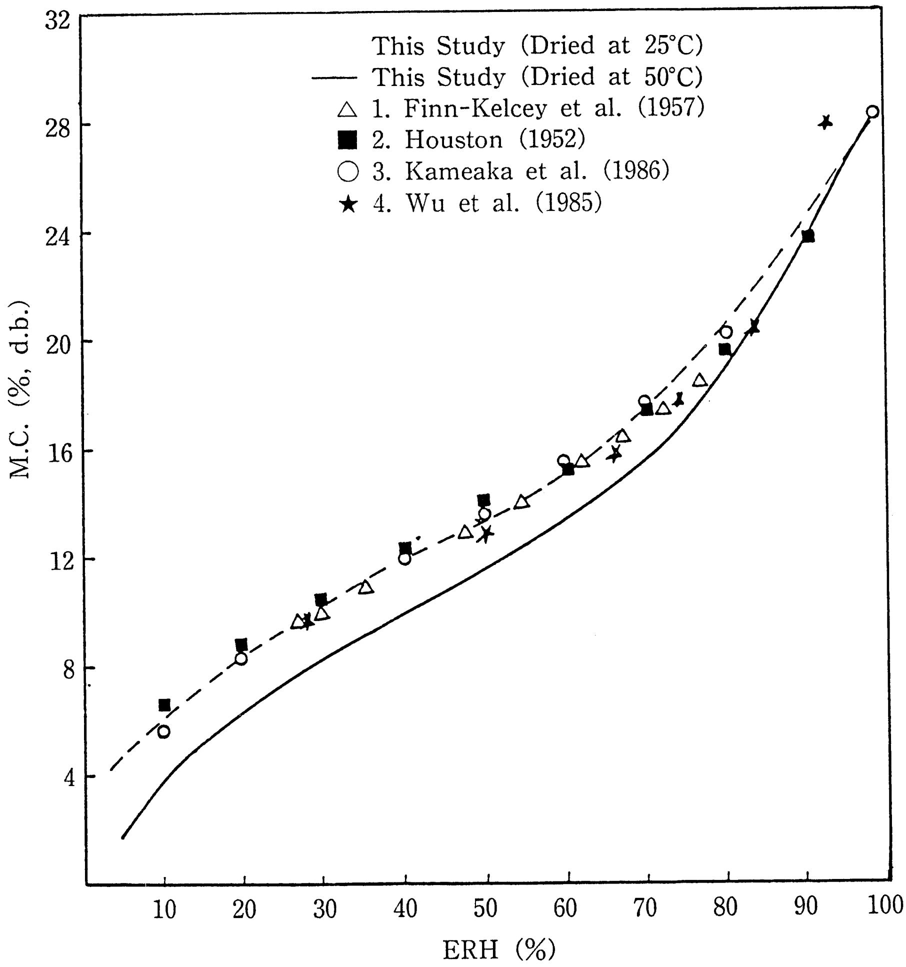


Fig. 4. Comparison of adsorption isotherms of brown rice with previously published data at 25° C.

Corn kernels

The effect of drying temperatures are shown in Fig. 5. The water holding ability and hysteresis reduced by the drying temperature.

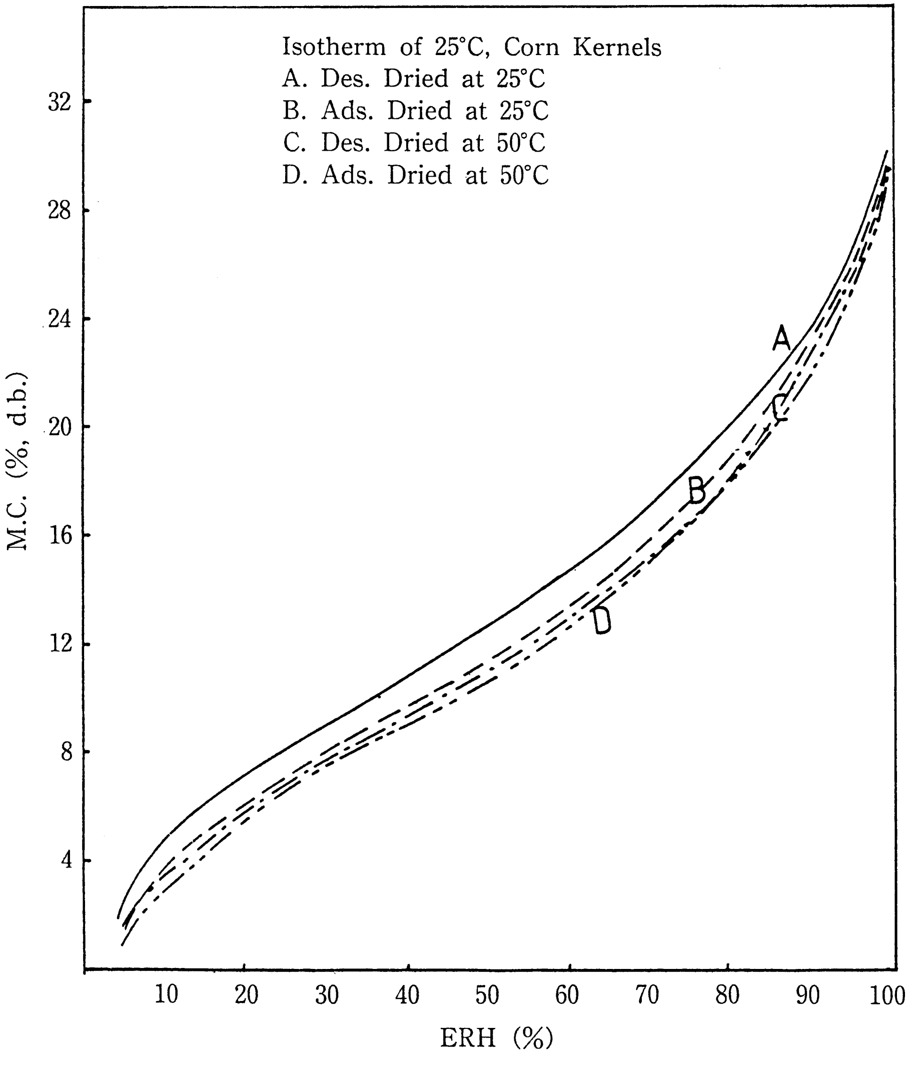


Fig. 5. The effect of drying temperatures on the isotherms of corn kernels.

Comparing of ERH values of this study with those obtained from the literature, the results are shown in Fig. 6. The sorption properties of corn kernels were affected by the cultivar, location, harvest years and other factors. More detail research need to be executed to define the factors.

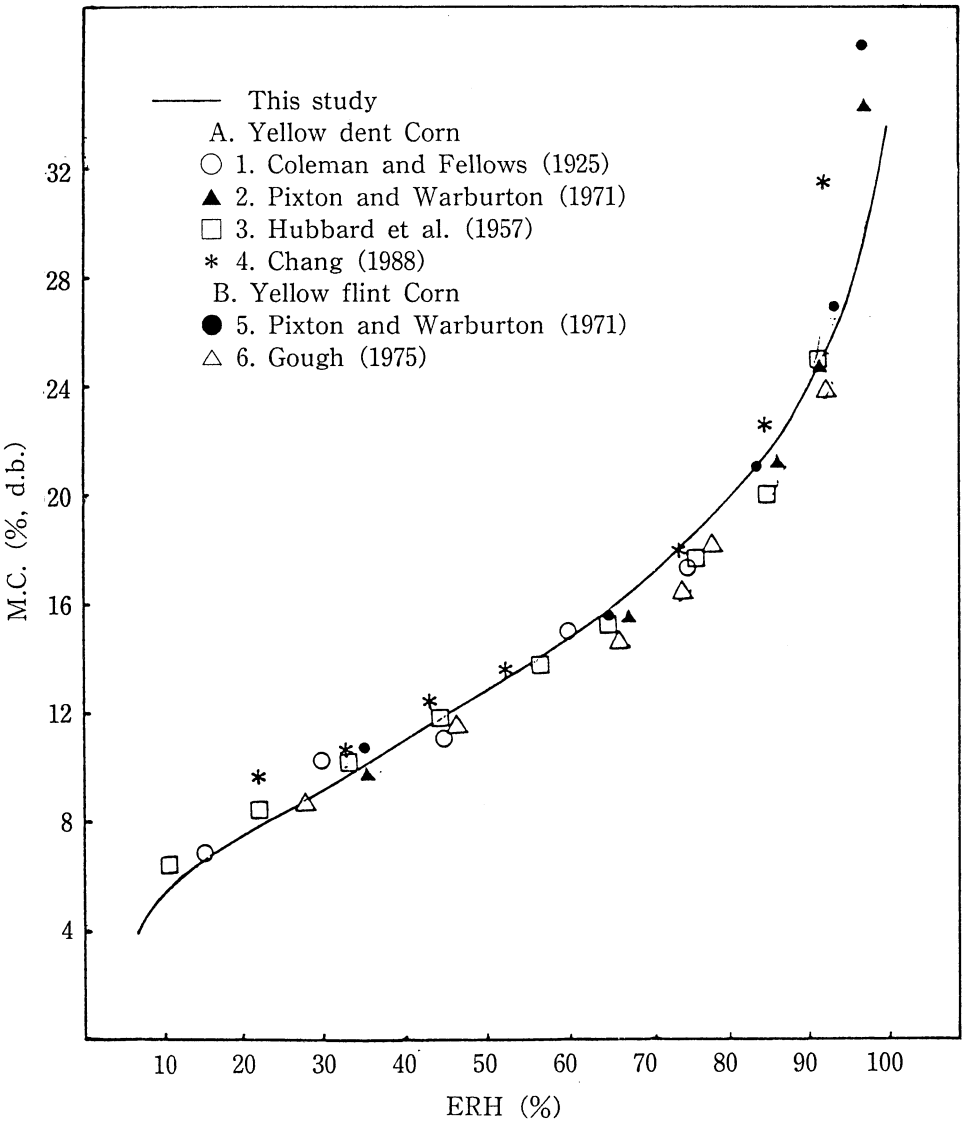


Fig. 6. Comparison of desorption isotherms of corn kernels with previously published data at 25° C.

Corn cobs

The effect of drying temperatures on the isotherms of corn cobs are shown in Fig. 7. At the same RH, the higher the drying temperature, the lower the moisture content and the less the effect of hysteresis. The effect of drying temperature on sorption isotherm of corncobs is more obvious than those of corn kernels and rice kernels.

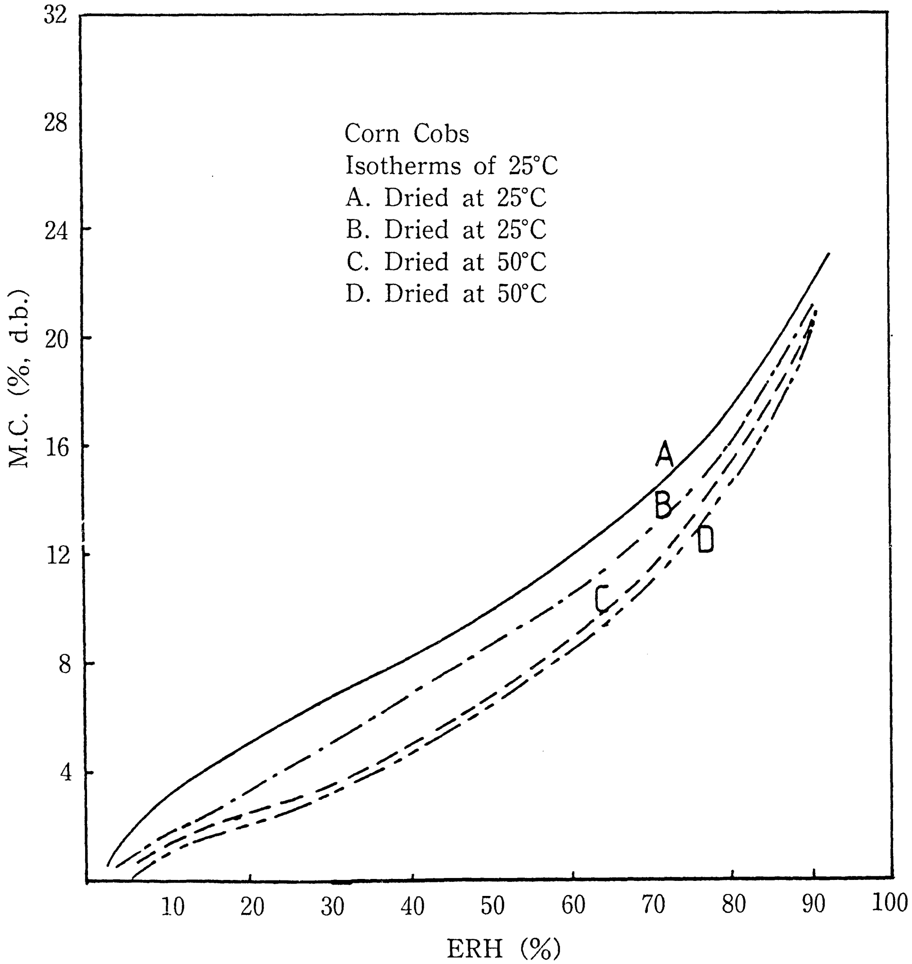


Fig. 7. The effect of drying temperatures on the isotherms of corn cob.

A comparison of desorption isotherms of 25°C in this study with those of White et al.[38] and Kumar et al.[20] is shown in Fig. 8. Above 50% RH, three curves are almost coincident at low RH range. The deviations were within 0.8% m. c. for three curves.There is a very good agreement among isotherms. It seems that variety and determinating method have little effect on the sorption properties of corn cobs.

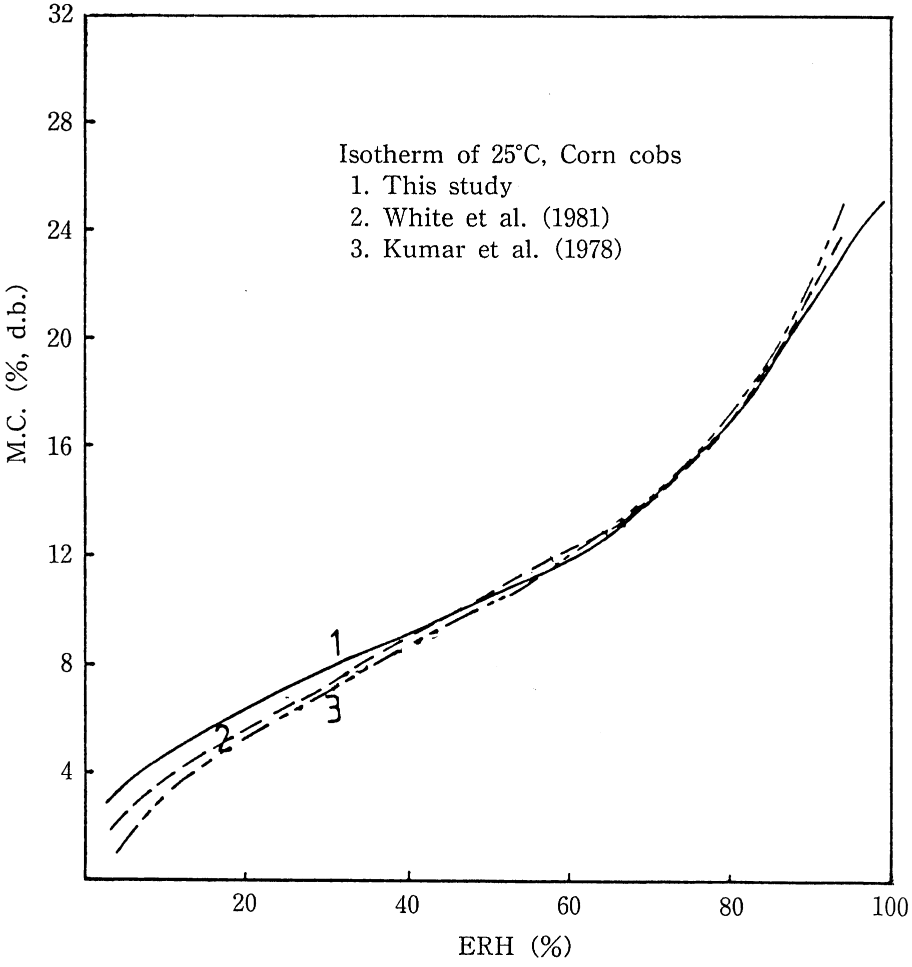


Fig. 8. Comparison of desorption isotherms of corn cobs with previously published data at 25° C.

Sorghum kernels

Comparing the isotherms at 25°C with data sets adopted from literature, the results are showed in Fig. 9 and 10. The wide distribution of the data scattering indicated the ERH /EMC properties of sorghum kernels were influenced by different factors.

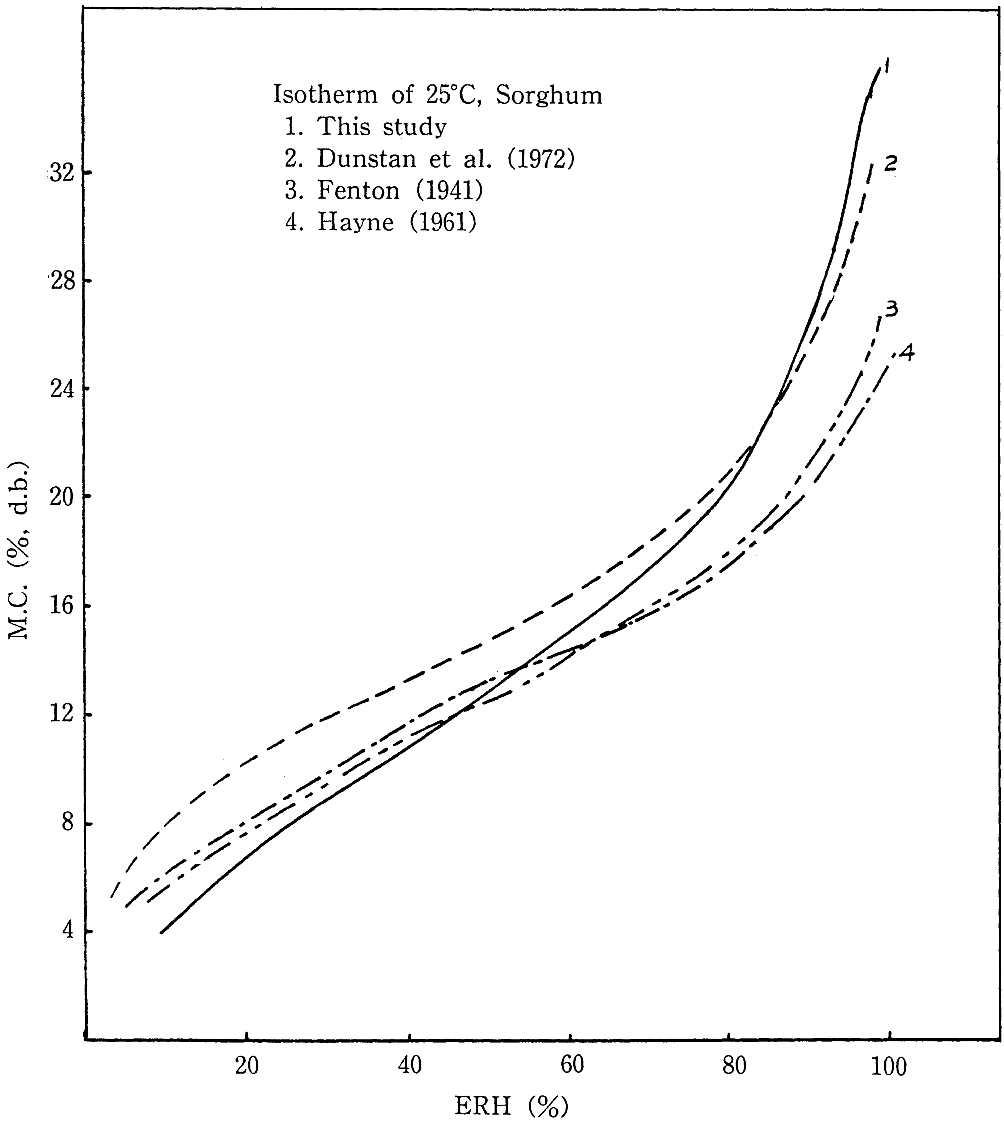


Fig. 9. Comparison of desorption isotherms of sorghum with previously published data at 25° C.

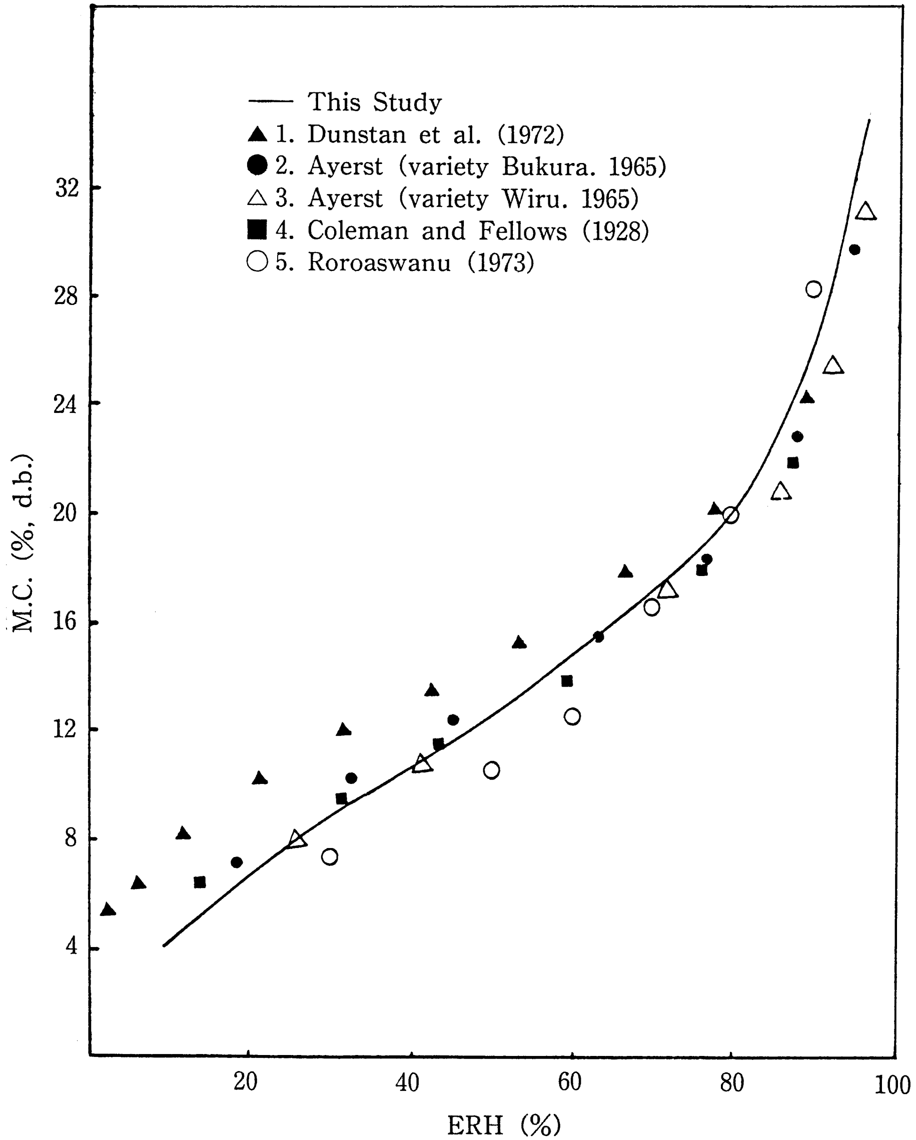


Fig. 10. Comparison of desorption data of sorghum with previously published data at 25° C.

Soybeans

There was no statistical significant difference between the desorption and adsorption data. Therefore, the two data sets were combined for further analysis.

The effect of drying temperatures is shown in Fig. 11. Little moisture hysteresis was found for sample dried at 25°C and no hystersis could be found for those dried at 50°C. The quantitative difference due to drying temperatures and hysteresis are insignificant for soybeans.

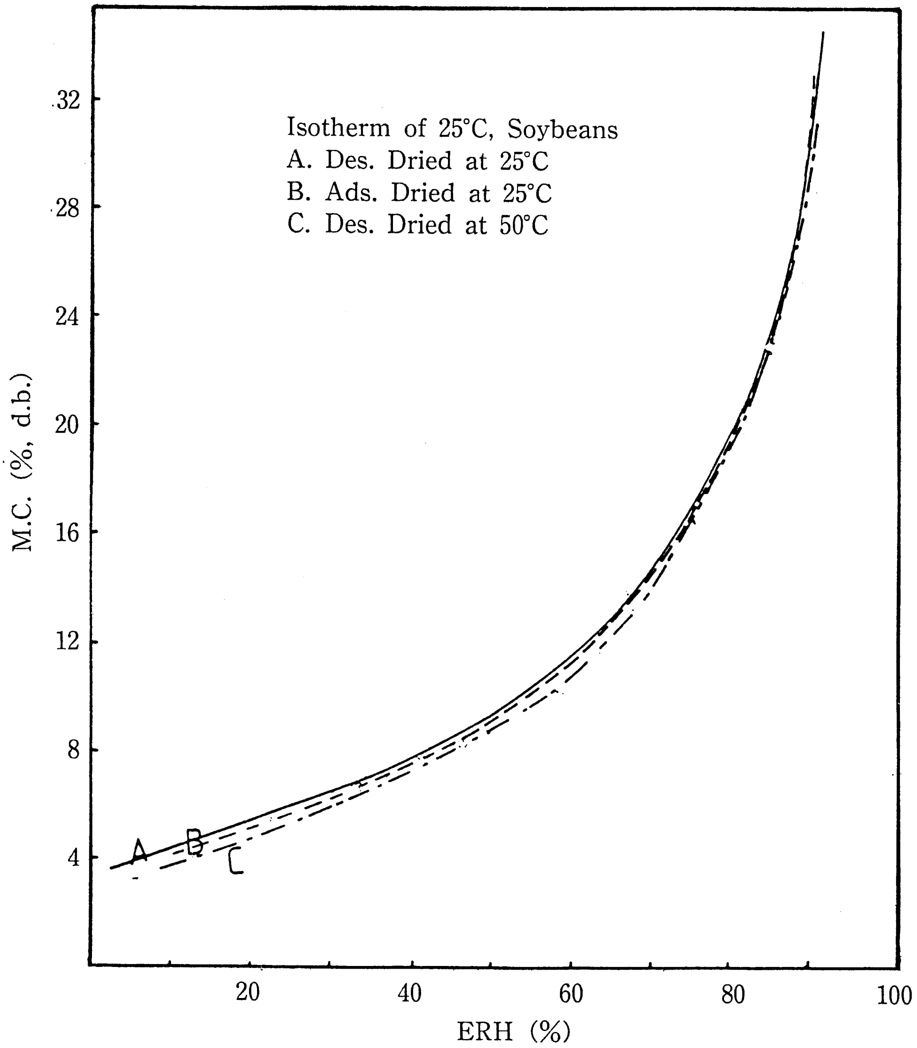


Fig. 11. The effect of drying temperatures on the isotherms of soybeans at 25° C.

The comparison of sorption data of this present study with previously published data are shown in Fig. 12. This comparison showed little difference among this study and five data sets except some data points above 80% RH, however, the obvious differences appeared among this study and seven data sets as shown in Fig. 13. The inconsistent results may indicated the unexplained experimental differences such as varieties, location and other factors.

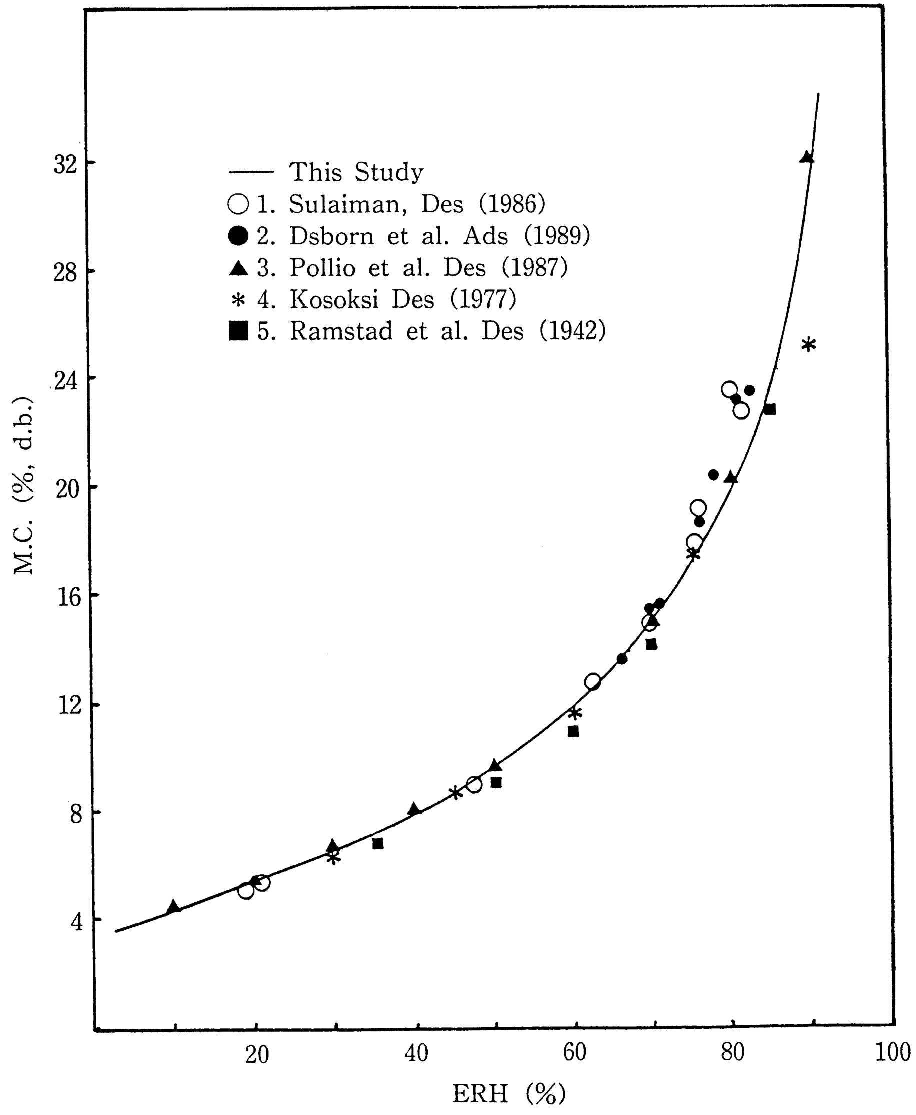


Fig. 12. Comparison of desorption isotherms of soybeans with previously published data at 25° C.

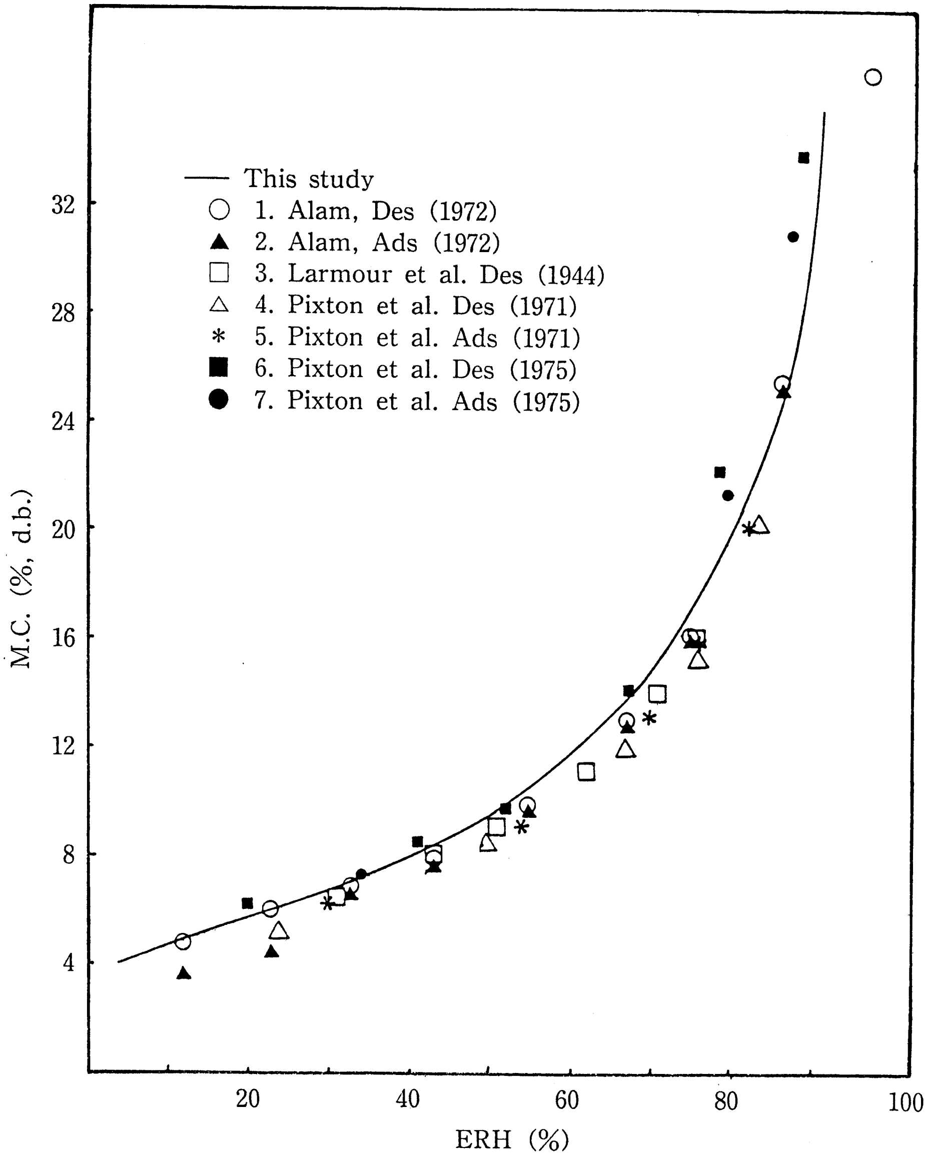


Fig. 13. Comparison of desorption isotherms of soybeans with previously published data at 25° C.

Red beans

There is no statistical difference between desorption and adsorption data for red beans dried at 50°C. The hysteresis of m. c. for red beans is within 0.6%. The hysteresis affected by drying temperatures is not important for this product.

The comparison of desorption data of this present study with three data sets is shown in Fig. 14. No significant difference could be found except two point data of Weston and Morris[39] above the 90% RH range.

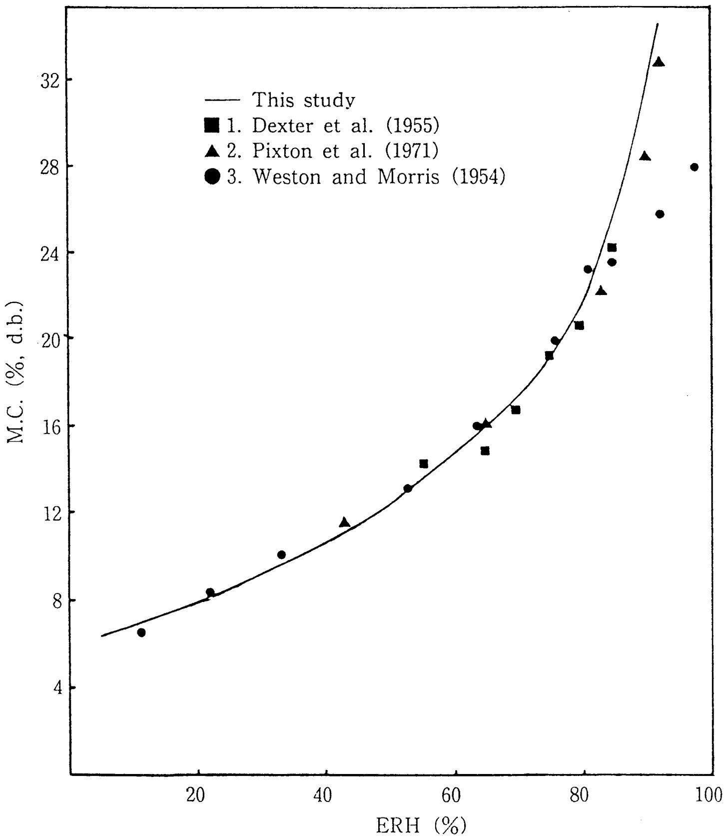


Fig. 14. Comparison of desorption isotherms of red beans

CONCLUSIONS

The ERH step-by -step determinating technique was performed to measure the desorption and asdorption properties of seven agricultral products dried with different temperatures.

The effect of drying temperature on ERH/EMC properties was significant for rough rice, corn kernels, and corn cobs, however, the effect of these properties is not obvious for soybeans and red beans.

The hysteresis of corn kernels was reduced by the drying temperatures, however, those of rough rice was not affected by drying treatments. Little moisture hysteresis was appeared in soybeans and red beans.

The results of comparison of this present study with previously published data are inconsistent for agricultural products. There is a good agreement among ERH/EMC data from different sources for the products of rough rice, brown rice, corn cobs and red beans. The inconsistent results were found for soybeans. The serious diversity of the scattering data

indicated those properties of corn kernels and sorghum kernels had been affected by the varieties, location and other factors. More detail experiments need to be executed to explain the inconsistent results.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was supported by the National Science Council of the Republic of China under project NSC 80—0409—B055—12.

REFERENCES

1. Alam, Anwar. 1972. Simulated drying of soybeans. Ph. D. Dissertation, University of Illinois.
2. ASAE. 1983. Moisture relationships of grains. ASAE Standards D. 245. 4. Agricultural Engineering Yearbook. 30th edition. St. Joseph, MI. pp. 279—301.
3. Breese, M. H, 1955. Hystersis in the hygroscopic equilibrium of rough rice at 25 C. Cereal Chemistry 32(6): 481—487.
4. Chang, S. 1988. Modification of Henderson's EMC model and EMC isotherms of local paddy and corn. J. of Chinese Agri. Engin. 34(1): 6—39.
5. Chen, C. and R. V. Morey. 1989b. Equilibrium relative humidity (ERH) relationships for yellow-dent corn. Trans. of the ASAE 32(3): 99—1006.
6. Chen, C. and C. T. Tsao. 1989 Statistical evaluation on the performance of electric RH sensors for ERH measurements. ASAE paper No. 89—6539. ASAE, St. Joseph. MI.
7. Coleman, D. A. and H. C. Fellows. 1925. Hygroscopic moisture of cereal grains and flaxseed exposed to atmospheres of different relative humidities. Cereal Chemistry 12 : 275—287.
8. Dexter, S. T, A. L. Anderson, P. L. Pfamler and E. J. Benne. 1955, Responses of white pea beans to various humidities and temperatures of storage. Agronomy Journal 47(6): 246—250.
9. Dunstan, E. R., D. S. Chung. and T. D. Hodges. 1972. Adsorption and desorption characteristics of grain sorghum. ASAE paper No. 72—327. ASAE. St. Joseph. MI.
10. Fenton, F. C. 1941. Storage of grain sorghum. Agr. Eng. 22 : 185—188.
11. Finn-Kelcey P and D. G. Hulbert. 1975. The relationship between relative humidity and the moisture content of agricultural products-Preliminary Report. Technological Report of British Electrical Research Association, W/T330・
12. Gane, R. 1948・Water content of the seeds of peas, soya beans, linseed, cress, onion and carrot as a function of temperature and humidity of atmosphere. J. of Agricultural Science. 38(1): 81—83.
13. Gough, M. C. 1975. A simple technique for the determination of humidity equilibria in particulate foods. J. of Stored Probucts Research. 11(3/4): 161—166.
14. Haynes. B. C., Jr 1961 Vapor pressure determination of seed hygroscopicity. Tech. Bull. 1229. ARS, USDA, Washington D. C.
15. Houston, D. F. 1952. Hygroscopic equilibrium of brown rice. Cereal Chemistry, 29(1): 71—750.
16. Hubbard, J. E, F. R. Earle and F. R. Senti. 1957. Moisture relations in wheat and corn. Cereal Chemistry. 34: 422—433.
17. Iglesias, H. A. and J. Chirtef. 1976. Equilibrium moisture content of air dried beef-Dependence on drying temperature. J. of Food Tech. 11: 109—116.
18. Juliao, J. O. 1964. Hygroscopic equilibria of rice. Cereal Chemistry 41(3): 191—197.
19. Kososki, A. R. 1977. Two methods of comparing equilibrium moisture of grains. M. S. Thesis. Kansas State University.
20. Kameoka, T, D. S. Jayas, H. Morishima, and S. Sokhansa. 1986. Equilibrium moisture content of rice.

In: Food engineering and process applications. Vol: I. Transport Phenomena, pp: 201—210, Elsevier applied Science publisher, London.

21. Kumar, A., F. L. Herum, and J. L. Blaisdell. 1978. Equilibrium moisture contents of intact corn ears and component parts. ASAE Paper No. 78—3054. ASAE. St Joseph. MI.
22. Larmour, R. K, H. R. Sallans and B. M. Craig. 1944. Hygroscopic equilibrium of sunflower seed, flaxseed and soybeans. Canadian J. Research, 22 F(1): 1—8.
23. Mazza, G, D. S. Jayas, N. D. G. White. 1990. Moisture sorption isotherms of flax seed. Trans. of the ASAE 33(4): 1313—1318.
24. Neuber, E. E. 1980. Critical considerations of moisture sorption isotherms for cereals. ASAE paper 80—3015. ASAE. St. Joseph, MI.
25. Osborn, G. S, G. M. White, A. H. Sulaiman and L. R. Walton. 1989. Predicting equilibrium moisture properties of soybeans. Trans. of the ASAE 32(6): 2109—2113.
26. Pfost, H. B, S. G. Mourer, D. S. Chung and G. A. Milliken. 1976 Summarizing and reporting equilibrium moisture data for grains. ASAE paper 76—3520. ASAE, St. Joseph. MI.
27. Pixton. S. W and W, Sylvia. 1971 Moisture content/relative humidity equilibrium of some cereal grains at different temperatures. J. of Stored Products Research. 6(4): 283—293.
28. Pixton, S. W and W, Warburton. 1971a. Moisture content/ relative humidity equilibrium at different temperatures of some oilseeds of economic importance. J. of Stored Products Research. 7(4): 261—269.
29. Pixton, S. W and W, Warburton. 1971b. The moisture content/equilibrium relative humidity relationship of Soya. J. of Stored Products Research. 11: 249—251.
30. Pixton, S. W and W, Warburton. 1981. The moisture contente/quilibrium relative humibity relationships of five varieties of Candian wheat and Candle Raspseed at different temperatures. J. of Stored Products Research. 17: 187—190.
31. Pollio. M. L, S. L. Resnik and J. Chirife. 1987. Water sorption isotherm of soybean varieties grown in Argentina. Inter. J. of Food Science and Technology. 22: 335—338.
32. Putranon, R., R. E. Bowrey, and J. Eccleston, 1979. Sorption isotherms for two cultivars of paddy rice grown in Australia. Food technology in Australia, Dec: 510—515.
33. Ramstad, P. E. and W. F. Geddles. 1942. The respiration and storage begavior of soybeans. Agr. Exp. Sta. Bull. No. 156. University of Minnesota.
34. Roroaswamu, J, R. 1973. Observations on the sorption of water vapour by rice and sorghum. J. of Food Science and Technology, India, 10(2): 59—61.
35. Sulaiman. A. H. 1986. A study on desorption equilibrium moisture relationships for soybeans. M. S. Thesis. Universe of Kentucky.
36. Tuite, J. and G. H. Foster. 1963. Effect of artificial drying on the hygroscopic properties of corn. Cereal Chemistry 40: 630—637.
37. Weston, W. J. and H. J. Morris. 1954. Hygroscopic equilibrium of dry beans. Food Technology. 8: 353—355.
38. White, G. M, T. C. Bridges, S. G. Mcneill, and D. G. Overhults. 1985. Equilibrium moisture properties of corn cobs. Trans. of the ASAE 28(1): 280—285.
39. Wn, J, T. Kkmura and H. Shimizu. 1985. Equilibrium moisture content in rough rice under a low-temperature and high humidity condition. J. of the Society of Agricultural Structures, Japan, 17(1): 73—79.
40. Zuritz, C., R. P. Sign, S. M. Moin and S. M. Henderson, 1979. Desorption isotherms of rough rice from 10 to 40 C. Trans of ASAE 22(2): 433—440.

農產品平衡相對濕度影響因子研究[1]

陳 加 忠　　曹 之 祖[2]

摘　要

此研究中以 ERH 依序量測法量測七種農產品在 5 至50°C環境下之平衡相對濕度物性，用以比較此物性影響因子。研究結果顯示樣本之熱風乾燥溫度對稻穀，玉米粒與米粳之物性有顯著影響，但對大豆與紅豆之影響性不大。玉米粒的遲滯能力受乾燥熱風影響而降低，稻穀的遲滯性則不因熱風溫度高低而改變，大豆與紅豆之遲滯性十分小。以此研究結果與文獻之數據加以比較，各種農產品之結果並不一致。稻穀、糙米、玉米梗與紅豆與不同研究文獻數據之相互比較結果十分符合。大豆的物性則無一致性。玉米粒與高粱粒各研結果之數據顯著分散，顯示其影響因子十分複雜。

關鍵詞：平衡相對濕度。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1709 號。
2. 本所農工系副研究員、技士。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

臺灣薊馬之種類(1)[1]

王　清　玲[2]

摘要：本文爲系列記述臺灣薊馬種類報告之一，包括錐尾亞目中紋薊馬科（Aeolothripidae）2種：鈴木兇薊馬（*Franklinothrips suzukii* Okajima）與細腰兇薊馬（*F. vespiformis*（Crawford））），食孢薊馬科（Merothripidae）2種：印度食孢薊馬（*Merothrips indicus* Bhatti & Ananthakrishnan）與無紋食孢薊馬（*M. laevis* Hood）。每種之描述包括名稱、形態特徵、採集植物、世界分布等，亦包括錐尾亞目中各科以及同屬中各種之檢索。

關鍵詞：薊馬、臺灣、種類描述。

臺灣薊馬種類最早的統計，見於1936年高橋良一之發表，他整理前人資料，加以個人之採集記錄，共列有錐尾亞目17屬46種及管尾亞目21屬57種[(10)]。1936至1954年間曾有分類學家 H. Priesner、J. D. Hood、D. Moulton 等人做過臺灣薊馬種類之研究，1974年以後又有陳連勝、I. Kudo、S. Okajima 等陸續發表有關於臺灣薊馬之新記錄及新種[(1)]，至今已知薊馬種類已較1936年增加很多，總數達兩百種以上[(2)]，且新種仍在繼續增添中。

雖然最近數十年間，環境變遷極大，然而凡前人曾經記錄過之種類，大多仍可於相同或不同地點採得，本報告除特別註明外，所檢查之標本多爲作者於1988年至文章發表期間於臺灣不同地點所採集，現均存於臺灣省農業試驗所。該試驗所昆蟲標本館尙藏有部分高橋良一之標本，提供研究上不少便利。有些標本則向國外暫借或請求贈送，使得本文中大部分種類之外形特徵均得以依實際標本描述而有較正確之記載。凡無法對照標本者，均盡量依該種作者所發表之原文，及其它相關文獻中有關之敍述，綜合摘錄而予描述，以供參考。

大部分薊馬是於野外或田間採得，採集時或是使用掃網，或是震動搖晃植株花葉，或敲打樹木枝幹，所得薊馬攜回試驗室後，即製做成標本，並未進行任何飼育觀察，故無法確認採集處之植物是否即爲其眞正之棲所或寄主植物，故文中除確實爲寄主之植物外，大多僅以採集植物表示之。除在臺灣採集之棲所植物，亦依據文獻資料[(9)]，列入世界其它地區所記錄之棲所植物。

每種薊馬均列出臺灣以及世界其它曾發生之地區，並依地理位置排列，以便於瞭解其在全世界之分布情形。至於某些生態習性特殊，或在農業上具經濟性之種類，則另以附記說明於每種之文末。

本文搜集整理各項資料，記錄現今臺灣已知種類之薊馬，所包括者爲以往各種文獻中已發現於臺灣之種類，或於世界其它地區發表過而經作者採集後，首度記錄於臺灣之種類，集結每種之各項資料，做一總整理，期能予臺灣薊馬種類一較完整之時代記錄。

SUBORDER TEREBRANTIA　錐尾亞目

成蟲頭部可能爲方形、長形或扁形，有些種類頭部僅與複眼等長；小顎僅限於口器部，未向外伸

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1710 號。
2. 本所應用動物系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

展；觸角 6－9 節，節上有平面或突出之感覺器，以第 3、4 節具有叉狀感覺錐（sense cone）者最爲普遍。前胸背板完整不具裂縫；翅可能爲長型、短型或無翅，如爲長翅型則其前翅有上脈「upper vein）與下脈（lower vein）中之至少一條，脈上有脈毛，翅上或亦有微毛（microtrichia）。腹部背方無彎曲之定翅毛（wing-holding setae）；無論雌蟲或雄蟲之第十腹節均爲圓錐狀，前寬後窄，雌蟲腹面有縱裂縫，第八腹節腹面生有產卵管，其基部由體節左右兩邊向中央聚合後向體後延伸達腹末，產卵管之主體呈弧形彎曲，邊緣成鋸齒狀，末端尖細；雄蟲腹部可能生有腺室（glandular area）；腹部除剛毛外，尙可能生有微毛。

本亞目於臺灣有有紋薊馬科（Aeolothripidae）、食孢薊馬科（Merothripidae）及薊馬科（Thripidae）等三科。

臺灣錐尾亞目薊馬分科檢索表

1. 觸角 9 節；前翅末端圓鈍；雌蟲產卵管向上彎曲 ……………………………AEOLOTHRIPIDAE
—觸角 6-8 節；前翅末端略尖窄；產卵管向下彎曲 ……………………………………………2
2. 觸角第 3、4 節具有鼓膜狀感覺器 ……………………………………………MEROTHRIPIDAE
—觸角第 3、4 節具有突出之感覺錐 ………………………………………………………THRIPIDAE

FAMILY AEOLOTHRIPIDAE　紋薊馬科

爲較原始之種類。小顎鬚膝狀，3 節（第 2 節長於第 3 節）或 6-8 節，下唇鬚 3-5 節；觸角 9 節，第 3、4 節甚長，有線形感覺器（glandular　sense organ）；前跗節通常有爪（claw）；前翅寬，末端圓鈍，前緣纓毛（costal fringe）無或極短小；雌蟲產卵管發達，呈圓弧狀，中央離腹部較遠，末端趨近於腹部。

Genus *Franklinothrips* Back　兇薊馬屬

Franklinothrips Back, 1912：75. 模式種：*Aeolothrips vespiformis* Crawford, 1909.

個體大；頭小，寬於長，頭頂圓，前半部略成半圓形，後緣平直，與前胸前緣緊密連結，兩者合成爲橢圓形；觸角 9 節，細長，尤以第 3 節最長；前胸前寬後窄，剛毛微小；足細長；前翅有二條直脈，無橫脈，脈毛及前緣毛明顯；腹基部窄小成細腰狀，向後方各節逐漸膨大，至腹末又縮小。

本屬全世界約10種，成蟲與幼蟲均捕食蟎類或粉蝨、薊馬等小型昆蟲，成蟲與幼蟲爬行迅速，近似螞蟻，不善於跳躍。

臺灣兇薊馬屬各種檢索表

1. 觸角第 1、2 節深褐；前翅末端褐色；腹部第 1-3 節褐色…………………………………*suzukii*
—觸角第 1、2 節淡黃；前翅末端有白斑；腹部第 1-3 節淡黃……………………………*vespiformis*

Franklinothrips suzukii Okajima　鈴木兇薊馬（圖 1）

Franklinothrips suzukii Okajima, 1979：399—401.

雌蟲（長翅型）：製片後體長約2.8-2.9mm。身體褐色，有紅色素，腹部顏色較頭、胸淡；觸角第 3、4 節黃色，其餘各節褐色；前翅淡褐色，亞基部及中央各有一白色透明區，中央的較大，翅末端爲褐色或淡褐色；足褐色，有紅色素，跗節黃褐。

頭小，長約爲寬2/3；複眼明顯但不突出於頭外；頰圓，頭前半部及兩側呈平滑的半圓形；前單眼小，後單眼較大；單眼前毛（anterocellar setae）3 或 4 對，單眼間毛（interocellar setae）1 對，位

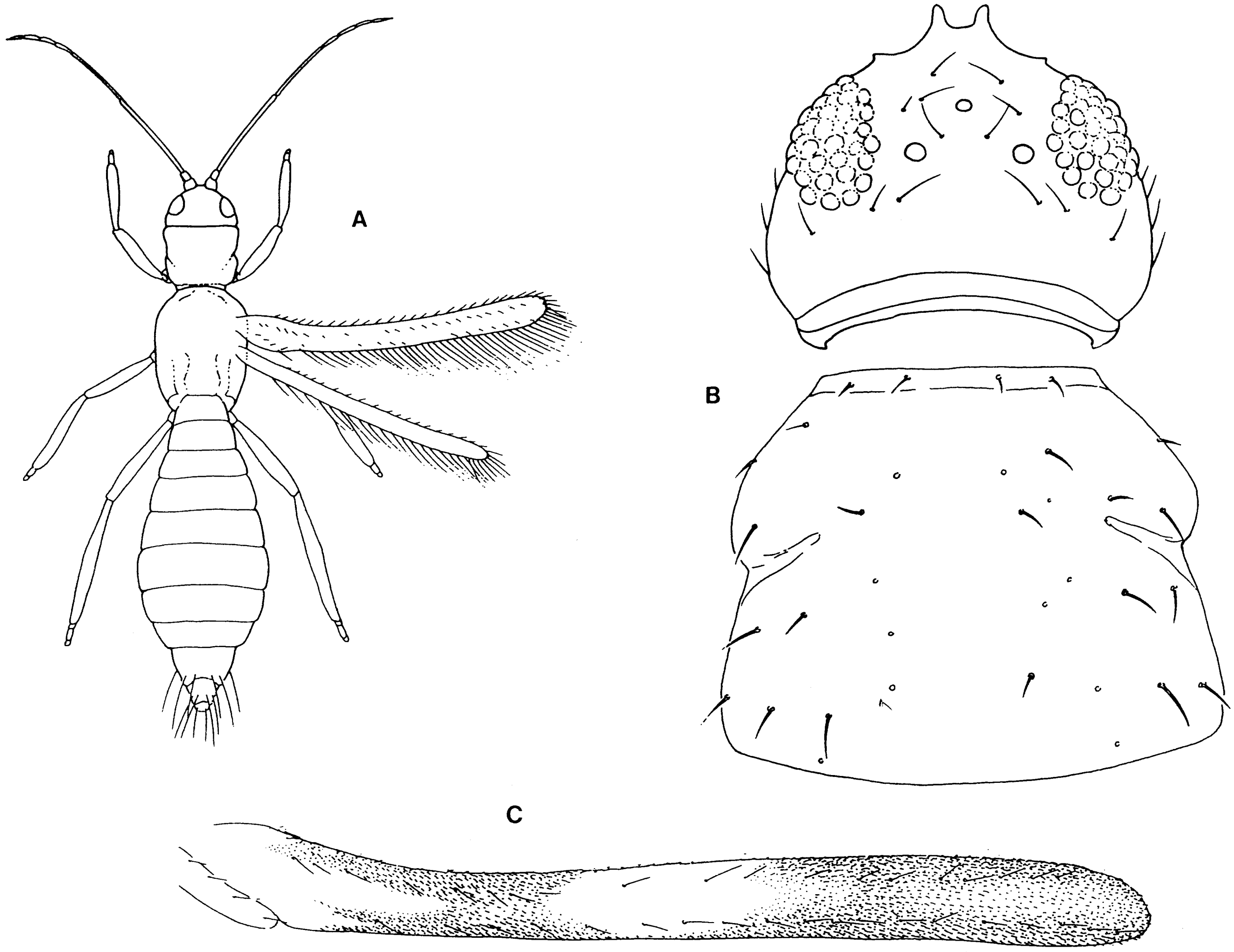


圖 1. 鈴木兇薊馬 *Franklinothrips suzukii*（♀）：A. 身體外形（Okajima, 1979）；B. 頭及前胸背板；C. 前翅.

Fig. 1. *Franklinothrips vespiformis*（♀）: A. body shape (okajima, 1979); B. head and pronotum; C. fore wing.

於單眼三角區內；單眼與複眼間之下方有 2 對毛，中央一對較長；後頭部平直，與前胸前緣緊密相連成一體；觸角 9 節，細長，尤以第 3、4 節最長，其上有線形感覺區，第 4-9 節愈後方者愈短。

前胸前寬後窄，略成梯形，背板剛毛微小；前翅前後緣約平行，翅端圓鈍，近中央處較狹窄，上脈、下脈明顯，脈上及前緣均有明顯剛毛；足甚爲細長。

腹基部一節最窄，向腹中央漸寬，至第 6 節達到最寬，末端又漸窄；第 9 背板近後緣有 2 對長毛；第10背板中央有 2 對長毛。

雄蟲不詳。

分布：臺灣（南投縣梅峰）。

棲所：本種爲捕食性，在草叢中以小型昆蟲爲食。

Franklinothrips vespiformis (Crawford) 細腰兇薊馬 （圖 2）

英名：Vespiform thrips

Aeolothrips vespiformis Crawford, 1909:109.

Franklinothrips vespiformis (Crawford) Back, 1912: 75,76.

雌蟲（長翅型）：製片後體長約2.8mm。體有紅色素，頭胸褐色，腹部第 1-3 節除各節交會處褐色外，餘爲淡黃白色，第 4-9 節褐色，第10節淡黃，均有紅色素；觸角第 1-3 節淡黃，其餘各節褐色；前翅褐色，亞基部、中部、亞端部各有一白色透明區，亞端部的最小，中央的最大；足褐色，有紅色素，腿節端部淡黃。

頭小，長約爲寬的2/3；複眼明顯但不突出於頭外；頰圓，頭前半部及兩側呈平滑半圓形；前單眼小，後單眼大，單眼前毛 1 對，單眼間毛 2 對，後方一對較長，但短於後單眼直徑，位於兩個後單眼連線上；單眼與複眼間之下方有 2 對毛，中央一對較長；後頭部與前胸前緣緊密相連成一體；觸角 9 節，細長，尤以第 3、4 節最長，其上有線形感覺區，第 4-9節愈後方者愈短。

前胸前寬後窄，成梯形，背板有細小剛毛約25支；前翅前後緣近於平行，翅端圓鈍，近中央處較狹窄，上下脈明顯，脈上及前緣均有明顯長毛，無橫脈；足甚爲細長。

腹基部一節最窄，向腹中央漸寬，至第 6 節達到最寬，末端又漸窄；第 9 背板近後緣有 2 對長毛；第10背板中央有 2 對長毛。

雄蟲比雌蟲小，腹基部不窄縮。

分布：臺灣、美國、中南美洲各國。

棲所：本種爲捕食性，以小型昆蟲爲食，棲所包括各種植物，在臺灣相當普遍，曾於豆科植物（Leguminosae）、變葉木（*Codiaeum variegatum*）、荖藤（*Piper kadsura*）等之葉部發現。

附記：幼蟲爲近於透明的淡黃色與鮮豔的紅色：頭、前胸紅色，中後胸淡黃僅兩側有紅斑，腹部第 1 節前半紅色後半淡黃，第 2-6 節紅色，第 7-10節淡黃，第 8、9 節帶有紅圈；觸角灰褐；前足腿節紅色餘褐色，中、後足腿節紅色餘淡黃。腹部圓突，以第 3-5 節最肥大。老熟幼蟲在植株之葉背吐絲，結一層稀疏之薄繭化蛹，此種習性在薊馬中甚爲獨特。

FAMILY MEROTHRIPIDAE 食孢薊馬科

多爲淡色之種類；觸角念珠狀，8 或 9節，第 3、4 節端部有成鼓膜狀之感覺區（sense area）；雌蟲產卵管退化，腹部第 8 腹板發達，第10背板有 1 對感覺毛。

Genus *Merothrips* Hood 食孢薊馬屬

Merothrips Hood, 1912：132. 模式種：*Merothrips morgani Hood,* 1912.

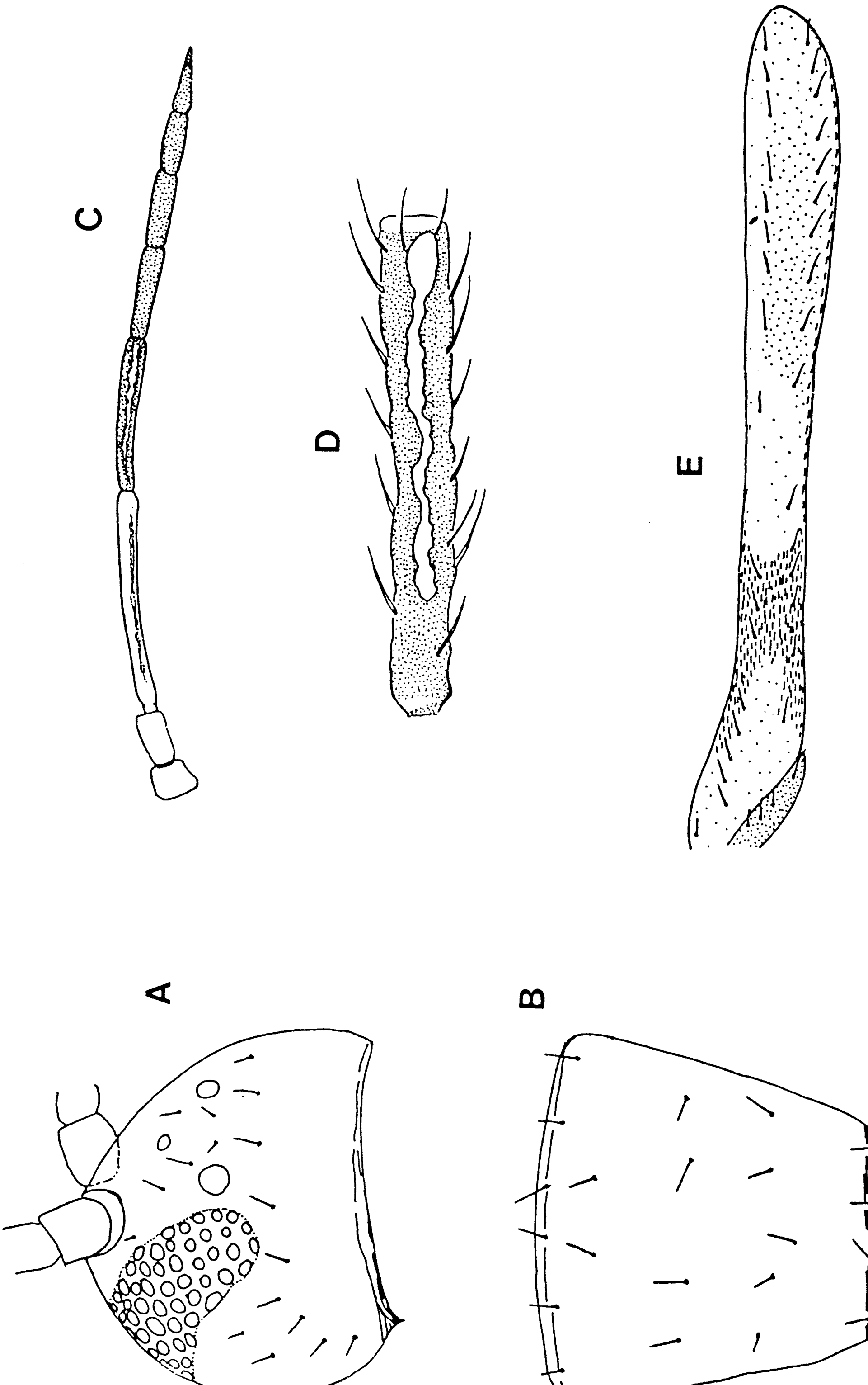


圖 2.　細腰兇薊馬 *Franklinothrips vespiformis*（♀）：A. 頭部背側方；B. 前胸背板；C. 觸角；D. 觸角第 4 節；E. 前翅.

Fig. 2. *Franklinothrips vespiformis*（♀）: A. dorso-lateral view of head; B. pronotum; C. autenna; D. antennal segment Ⅳ; E. fore wing.

身體表皮幾丁質薄弱，呈淡黃色；複眼退化，單眼有或無，複眼與觸角間有 1 對長毛；觸角 8 節；前胸後緣角有 1 對長毛，有翅或無翅，足粗短，前後腿節粗大；產卵管退化。

本屬全世界約20種，大多生存於黑暗之樹皮下，或枯木、腐葉堆中，以菌類孢子爲食。

臺灣食孢薊馬屬各種檢索表

1. 複眼大，由多數小眼組成，單眼 3 個；腹背板布滿橫紋 ……………………………………*indicus*
—複眼小，由少數（3、4個）小眼組成，無單眼；腹背板平滑無紋 ……………………………*leavis*

Merothrips indicus Bhatti & Ananthakrishnan 印度食孢薊馬（圖 3 A)

Merothrips indicus Bhatti & Ananthakrishnan, 1975:31—43.

雌蟲(長翅型)：製片後體長0.9-1.3mm。體色淡褐，頭部顏色較深，前胸比頭部色淡，腹部以中央數節顏色最淡；觸角第 2 節黃色，其餘各節褐色；前翅灰褐，上下脈間顏色較淡；前足黃，中後足較淡。

頭小，略寬於長，背面平滑，頰短，兩側近於平行；單眼間毛長，在後單眼之前方，複眼大，由40以上之小眼組成；口錐短而寬，半圓形，小顎鬚 3 節；觸角念珠狀（moniliform），8 節，第 3、4 節端部有圓形之鼓膜狀感覺器，末節不尖。

前胸背板後緣有 5-6 條橫紋，左右後緣角各有 1 支長毛，中、後胸背板布滿刻紋；前後足腿節膨大，前脛節內側有一端刺（distal spur），後脛節腹方有 2 端刺，跗節 2 節；前翅細長，末端尖，上下脈交合處占翅長之1/4，上脈毛19—20支，下脈毛15—18支，脈毛間距約同。

腹部背板布滿橫紋；第 1 背板氣孔大；第 2 — 7 背板第 II — III 剛毛間距離近，小於第 III — IV 剛毛間距；第 8 背板後緣無梳毛（comb）；腹板布滿橫紋，具有附毛（accessory setae）；產卵管不發達。

雄蟲（無翅型）：形狀及體色近似雌蟲，但較細小，長約1.05mm。複眼由 4 個小眼組成；前足脛節端刺較雌蟲爲大。

分布：臺灣、印度。

棲所：本種爲腐食性、生存於枯枝、落葉、乾草中。

Merothrips laevis Hood 無紋食孢薊馬（圖 3 B,C)

Merothrips laevis Hood, 1938：350.

雌蟲（無翅型）：製片後體長約1.1mm。體色淡褐，頭部較黃，觸角第 1、2 節黃色，第 3-8 節褐色，只第 3 節基部顏色稍淡；足與身體同色，前足較黃。頭小，略寬於長，背面平滑，近後緣處最寬，頰平滑微拱，頭後幾乎平直；複眼小，由少數幾個小眼組成，眼前方內側 1 對長毛，眼後 1 對長毛，短於前者，其餘毛均短小；無單眼；口錐短而寬，半圓形，小顎鬚 2 節；觸角念珠狀，8 節，第 3、4 節端部有圓形之鼓膜狀感覺器，末節不尖。

前胸長，略成梯形，後緣有 3-5 條微弱橫線，表面無刻紋，左右後緣角各有 1 長毛；前後足腿節膨大，前脛節腹方近頂端有一端刺，後脛節內側有 2 支端刺；跗節 2 節。

腹部背板平滑無刻紋，第 2-7 節之第 II — III 剛毛間距大於第 III — IV 剛毛間距；第 8 背板後緣無梳毛；腹板無刻紋，具有附毛；產卵管不發達。

雄蟲（無翅型）：形狀及體色近似雌蟲，但較細小，體長0.8—0.9mm。胸背板、腹背板及腹腹板之橫紋明顯，前足脛節端刺較雌蟲爲大。

分布：臺灣、美國、西印度群島。

棲所：本種爲腐食性，生存於枯枝、落葉、乾草中。

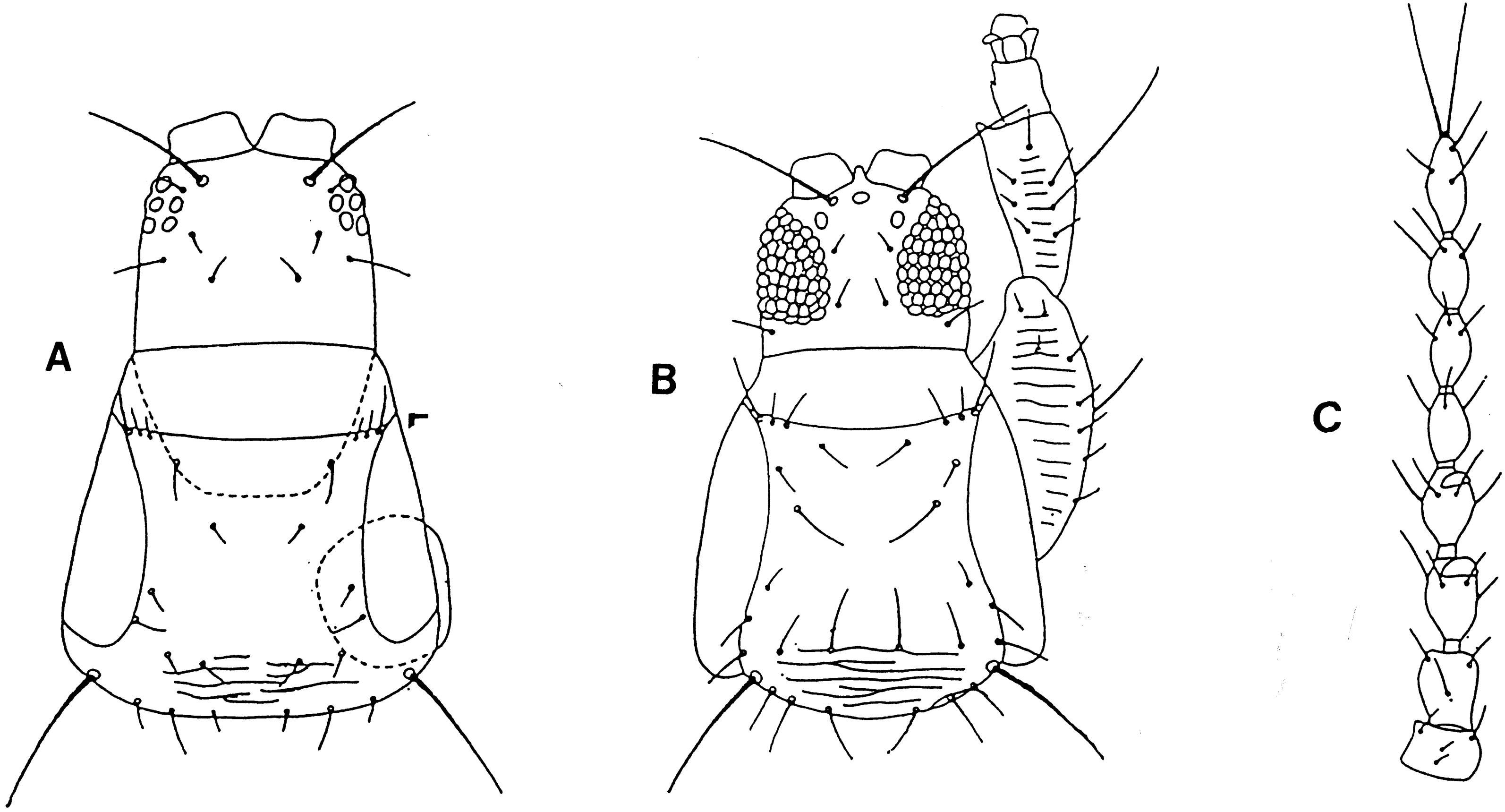


圖 3. 無紋食孢薊馬 *Merothrips laevis* (♀) *A*. 頭及前胸背板；印度食孢薊馬 *Merothrips indicus* (♀) B. 頭及前胸背板；C. 觸角. (陳,1976)

Fig. 3. *Merothrips leavis*(♀) A. head and pronotum; *Merothrips indicus*(♀) B. head and pronotum; C. autenna. (Chen, 1976)

REFERENCES

1. 王清玲。1993。臺灣錐尾亞目薊馬名錄。中華農業研究 42(3)：309-326。

2. 呂鳳鳴。1993。臺灣薊馬種類及其寄主名錄。鳳山熱帶園藝試驗分所。121頁。

3. Back, E. A. 1912. Notes on Florida Thysanoptera, with description of a new genus. Ent. news, 23(2)：73—77.

4. Bhatti, J. S. & T. N. Ananthakrishnan. 1975. The genus *Merothrips* in India (Thysanoptera：Merothripidae). Oriental Insects, 9(1)：31—43.

5. Chen, L. S. 1976. A new genus and two new records of thrips from Taiwan. Pl. Prot. Bull. ROC, 18(3)：242—249.

6. Crawford, D. L. 1909. Some Thysanoptera of Mexico and the south I. Pomona Jour. Ent., 1(4)：109—119.

7. Hood, J. D. 1912. Descriptions of new North American Thysanoptera. Proc. Ent. Soc. Wash., 14(3)：129—160.

8. Hood, J. D. 1938. New Thysanoptera from Florida and North Carolina. Rev. Ent., 8(3—4)：350—357.

9. Jacot-Guillarmod, C. F. 1970-1975. Catalogue of the Thysanoptera of the World (part 1-4). Ann. Cape Prov. Mus. (Nat. Hist.), pp.1255.

10. Okajima, S. 1979. Notes on the Thysanoptera from southeast Asia V. A new species of the genus *Franklinothrips* Back (Aeolothripidae). Kontyu, 47(3)：399—401.

11. Takahashi, R. 1936. Thysanoptera of Formosa. Philip. Jour. Sci., 60(4)：427—458.

Thysanoptera of Taiwan (1)[1]

Chin-Ling Wang[2]

Summary

This is one of the series papers to describe the thrips of Taiwan. *Franklinothrips suzukii* Okajima and *F. vespiformis* (Crawford) of family Aeolothripidae, *Merothrips indicus* Bhatti & Ananthakrishnan and *Merothrips laevis* Hood of Merothripidae are described, which contains name, morphological characteristics, host plants or plants where it collected and world distribution.

Key words : Thysanoptera, Taiwan, Review.

1. Contributuion No. 1710 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate Entomologist, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究

第四十三卷　第一期

中華民國八十三年三月出版

發行人：杜金池

總編輯：廖慶樑

編審委員：

農藝組：盧煌勝（主審）
呂秀英　陳一心　劉大江　劉新裕
蔡新聲

園藝組：蕭吉雄（主審）
王德男　沈再發　林昭雄　施昭彰
徐信次　曹幸之　劉政道

農化組：連深（主審）
張淑賢　劉慧瑛

植病組：彭金騰（主審）
王惠亮　林正忠　程永雄　黃秋雄
蔡財旺　蔡武雄

昆蟲組：羅幹成（主審）
何琦琛　鄭允　鄭清煥

農機組：梁連勝（主審）
陳加忠　黃禮棟　顏欽崇

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 43, No. 1 Mar. 1994

JOURNAL OF
AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, Chisn-Chyu Tu

EDITOR IN CHIEF : Chin-Liang Liaw

EDITORIAL BOARD :

Shen Lian (Agri. Chemistry)	Lien-Sheng Liang (Agri. Machinery)
Kang-Chen Lo (Applied Zoology)	Hung-Shung Lu (Agronomy)
Jin-Torng Peng (Plant Pathology)	Chi-Hsiung Hsiao (Horticulture)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

Su-San Chang	Chia-Chung Chen	Yi-Shin Chen
Ching-Huan Cheng	Edward Yun Cheng	Yung-Hsiung Cheng
Chyi-Chen Ho	Hsin-Tszu Hsu	Chiou-Hsiung Huang
Li-Duhng Huarng	Cheng-Chung Lin	Chao-Hsiung Lin
Tsung-dao Liou	Dah-Jiang Liu	Huey-Ing Liu
Sin-Tie Liu	Hsiu-Ying Lu	Tzay-Fa Sheen
Jau-Chang Shih	Tsai-Wang Tsai	Wu-Hsiung Tsai
Shing-Jy Tsao	Hsin-Sheng Tsay	Der-Nung Wang

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

統一編號
030853820010

Vol. 43, No. 1 Mar. 1994

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Rice Varietal Difference in Characteristics Related to Dry Matter Production in Different Environment ··················Jin-Chuan Tsai······1

Diallel Analysis of Stem and Leaf Characteristics and Forage Yield in Maize ············Chang-Lee Ho, Guang-Jauh Shieh and Hung-Shung Lu··· 17

Effects of Harvesting Dates on the Characteristics, Yield and Sweet Components of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) Lines ······Yuan-Tyan Shyu, Sin-Yie Liu, Hsiu-Ying Lu, Whi-Koa Wu and Chin-Gin Su··· 29

Tissue Culture of *Bletilla Formosana* I. The Influence of Seed Maturity and Pertreament on Seed Germination and Seeding Development ···Yuh-Jinn Lin, Chung-Chuan Chen, Feng-Tsgh Yeh, Nien-Yung Chiu and Hsin-Sheng Tsay··· 40

Effects of Medium Composition on the Vitrification of Carnation Plantlets Cultured in Vitro······Hsin-Mei Ku and Hsin-Sheng Tsay··· 51

Chemical Pruning and Induction of Panicles in Mango (*Mangifera indica* L.) ··Zen-Hong Shu··· 63

Studies on the Processing of Green Mango Pickles ··Pen-Tien Huang··· 69

Estimate and Analysis of Solar Radiations in Taiwan ·················Chi-Ling Chen, Chen-Fang Lin and Tsang-Shen Liu··· 77

Effective Factors on Equilibrium Relative Humidity of Agricultural Products ··························Chia-Chung Chen and Chih-Tsu Tsao··· 93

Thysanoptera of Taiwan (1) ·······························Chin-Ling Wang···113

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung, Taiwan, Republic of China